كراسات الثقافة العلمية

سلسلة غير دورية تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية

لقاء المستقبل:
بين العلم والتكنولوجيا

رؤوف وصفى

المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية
ISO 9002

كراسات «الثقافة العلمية»

سلسلة غير دورية تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقي   مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

ISO 9002

UKAS QUALITY MANAGEMENT

Certificate No.: 82210

03/05/2001

لقاء المستقبل:

بين العلم والتكنولوجيا

لقاء المستقبل:
بين العلم والتكنولوچيا

رؤوف وصفى

الناشر
المكتبة الاكاديمية
شركة مساهمة مصرية
٢٠٠٧

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٧م - ١٤٢٧هـ

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصري

١٢١ شارع التحرير - الدقي - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

كراسات الثقافة العلمية

هذه السلسلة :

تمثل تلبية صادقة للمساهمة فى الجهود التى تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية لقراء العربية . إن هذا المجال المهم ، الذى نأمل أن يساعد فى إدماج ثقافة العلم ومنهجه فى نسيج الثقافة العربية ، يحتاج إلى طفرة كمية ونوعية هائلة ، وإلى فرز للجيد والردىء والنافع وغير النافع ، بل وإلى كشف الاتجاهات المعادية للعلم ، حتى إن قدمت باسم العلم . إننا ننطلق من قناعة كاملة بتقدير ثقافتنا العربية والإسلامية الأصيلة للعلم والعلماء ، ومن استناد إلى تاريخ مشرف للعطاء العلمى المنفتح على مسيرة العطاء العلمى للإنسانية فى الماضى والحاضر والمستقبل ، ومن تطلع إلى أن نستعيد القدرة على هذا العطاء كى نشارك فى تشكيل مستقبل البشرية ، الذى تلعب فيه الثورة العلمية والتكنولوچية دوراً محورياً كقوة دافعة ومؤثرة فى الوعى المعرفى للبشر وفى مجمل أنشطتهم ونوعية

حياتهم ، بل وفى قدرتهم على الإمساك بزمام أمورهم . وإذا كنا نؤمن بأهمية تحول مجتمعاتنا العربية إلى مجتمعات علمية فى فكرها وفعلها ، فإن ذلك لن يتأتى إلا بنشر واسع ومتميز لثقافة العلم بكل أشكالها . ونأمل أن تكون هذه السلسلة ، التى تبنتها المكتبة الأكاديمية ، خطوة على هذا الطريق .

هذه الكراسة :

يقدم فيها الكاتب العلمى رؤوف وصفى، وهو واحد من أغزر كتاب الخيال العلمى وتبسيط العلوم إنتاجاً متميزاً، باقة من المقالات التى تربط بين أكثر إنجازات العلوم الأساسية تقدماً وأحدث التكنولوچيات المستقبلية التى تقوم عليها. وتقديم هذه الباقة لقرار سلسلة «كراسات الثقافة العلمية» يستهدف بالدرجة الأولى توضيح دخولنا إلى عصر «العلم التقنى»، الذى يزيل الفواصل التقليدية التى مازالت تدورر فى ذهن البعض بين العلم والتكنولوجيا. لقد سبقت التكنولوجيا العلم، لأنها بمفهومها البسيط كانت تحل مشاكل الإنسان الحياتية

لتمكنه من البقاء. ومع ظهور العلم ومنهجه ، سبق التكنولوجيا فى محاولة لفهم العالم حتى يمكن تطويعه «تكنولوجيا» لو صح التعبير. وحاليا تزاوج الإثنان، حيث يمول العلم أساسا بهدف تطبيقات تكنولوجية مبتغاة. لقد أثار التزاوج المذكور الكثير من القضايا الاجتماعية والأخلاقية، التى تعرضت لها كراسات العلم والمستقبل فى سلاسلها المختلفة (المستقبلية والعلمية والعروض، بالإضافة إلى هذه السلسلة)، لكنه تزاوج جاء ليبقى، وعلى البشر أن يرشدوه لصالح مستقبلهم المشترك وكعادتنا، نرحب بكل عضو جديد فى أسرة الكراسات الممتدة، ونطالبه بالمزيد.

د. احمد شوقي

يناير ٢٠٠٧

قائمة المحتويات

الصفحة

ما بعد زويل

إطلالة علي عالم «الا" توثانية»

عندما استطاع العالم العربى الفذ أحمد زويل مع فريقه البحثى، أن يصل إلى رصد تفاعلات كيميائية تحدث فى واحد على مليون من بليون من الثانية، وهو ما سُمِّى بالفيمتو ثانية، اهتز المجتمع العلمى، واعتبر إنجاز العالم العربى فتحاً جديداً استحق عنه جائزة نوبل بجدارة. لكن مسيرة العلم لا تتوقف، وثمة حديث الآن عن «الأتوثانية» Attosecond، وهى تساوى جزءاً على بليون من بليون من الثانية!

يعتمد البشر فى حياتهم بالضرورة على مقاييس زمنية متعددة ومتباينة فى الوقت نفسه، على الرغم من أن هذه الحقيقة نادراً ما ينتبه إليها الناس فضربات قلب الإنسان تحدث عادة مرة واحدة كل ثانية فى المتوسط. ولا تستطيع عين الإنسان أن تلاحظ حدثاً ما فى أقل من واحد من مائة من الثانية، ولكن ثمة مقاييس زمنية أقصر من ذلك بكثير. فالتفاعلات الكيميائية – على سبيل المثال – بين جزيئات المادة

تقدّر بالفيمتو ثانية Femtosecond أى بواحد على مليون من بليون من الثانية! وقد حصل عالمنا الكبير د. أحمد زويل على جائزة نوبل فى الكيمياء على أبحاثه فى مجال الفيمتوثانية. ولكن العلماء يجرون أبحاثهم فى الوقت الحاضر على زمن يقل عن الفيمتوثانية بألف مرة.. إنه «الأتوثانية»، فأى العجائب يمكن أن يكشف عنها هذا الزمن بالغ الضآلة والذى يصل إلى واحد على بليون من بليون من الثانية! (البليون = ألف مليون) .



قفزة كبرى تمهيدية

لقد تأكد العلماء أنه كلما صغرت الفترة الزمنية، زادت صعوبة متابعة الأحداث. وقد أدى اكتشاف الليزر فى الستينيات من القرن العشرين، إلى دفع العلماء خطوات للأمام فى ملاحقتهم لتلك الأحداث. وأكثر أنواع الليزر شيوعاً تعمل بإثارة ذرّات لغاز خامل مثل النيون (وهناك ليزرات أخرى تعمل بأجسام صلبة مثل الياقوت الصناعى أو حتى بصبغات عضوية)، وعندما تحدث حالة «استرخاء» لتلك الذرات وتعود إلكتروناتها إلى مواضعها الأصليّة، يتوهّج الغاز بطول موجىّ مميز للضوء سواء كان مرئياً أو موجات دقيقة أو أحمر أو أزرق.

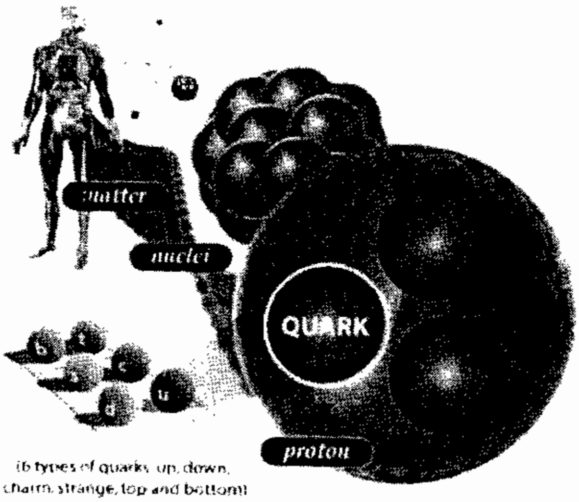
ويتوقف هذا على الذرّة المثارة. ويدفع الليزر موجات الضوء إلى الانطلاق بشكل متوافق ومنسق مع تركيز الوهج فى شكل حزمة كثيفة من الضوء، تتسم بالنقاء والتماسك.

وفى أواخر الثمانينيات من القرن العشرين، وصلت نبضة الليزر فى القصر إلى ٦ فيمتوثانية، وبينما كان الباحثون قديماً يضطرون إلى ملاحظة الصور التى تُلتقط قبل التفاعلات

الكيميائية وبعدها، يمكنهم الآن رصد صور بطيئة لعملية التفاعل ذاتها.

ومنذ ذلك الوقت بدأ العلم الجديد المسمى «كيمياء الفيمتو» يركّز على كيفية حدوث التمثيل الضوئى فى النباتات وغير ذلك من التفاعلات الكيميائية الجزيئية. وفى عام ١٩٩٩، حصل العالم العربى د. أحمد زويل من جامعة «كالتك» بالولايات المتحدة على جائزة نوبل فى الكيمياء، بعد نجاحه فى إجراء سلسلة من التجارب الرائعة التى أوضحت كيف يتم تحطيم الروابط الكيميائية ثم إعادة تكوينها خلال فترة زمنية تتراوح بين ١٠٠ - ٢٠٠ فيمتو ثانية.

ونبضة الفيمتو ثانية مفيدة للغاية فى حفر ثقوب بالغة الدّقة، ولأن طاقتها تتبدد بسرعة، فليس هناك وقت كاف للمادة المحيطة لكى تسخن وبالتالى يقل الاضطراب وتزداد الفاعلية، وتستخدم حاليا نبضات الفيمتوثانية لحفر مسالك دقيقة للغاية داخل ألواح زجاجية خاصة، وهو تطور يمكن أن يُحدث ثورة فى مجالىّ تخزين البيانات والاتصالات السلكية واللاسلكية.



ويعكف الآن الباحثون فى استخدامات الفيمتوثانية، على تطوير وسيلة جديدة لإجراء جراحات فى العيون بأشعة الليزر، تؤثر مباشرة فى القرنيّة دون أن تتلف النسيج الذى فوقها.

وأخيراً تم استخدام تقنية الفيمتوثانية لتفسير الكفاءة الرائعة التى تتم بها بعض تفاعلات التمثيل الضوئى فى النبات. إن الوحدة الجوهرية فى تجميع البروتينات التى تتحكم فى عملية التمثيل الضوئى هى مجموعة من الجزيئات، تمثل قلب التفاعل، تحفّز التفاعلات التى تحول طاقة الشمس إلى طاقة كيميائية لازمة لإنشاء المادة العضوية وتحيط بهذه الوحدة شبكة من البروتينات، تتكون أساساً من اليخضور (الكلوروفيل) وعندما تسقط أشعة الشمس على هذه البروتينات، تقوم بامتصاص فوتوناتها الضوئية، ثم توجه طاقتها تجاه مركز التفاعل.

إن هذا التوجيه هو الذى يسحر عقول الكيميائيين. فالعملية تبدأ بامتصاص جزئ من اليخضور لفوتون ضوئى. وعندئذ يحصل على طاقة من الفوتون. بيد أن تلك الطاقة تتحول إلى جزئ يخضورى مجاور يمررها بدوره إلى جزىء يخضورى ثالث وهلم جرا. وبهذه الطريقة تقفز طاقة الفوتون ما بين جزيئات اليخضور حتى تصل إلى مركز التفاعل.

وبينما تنتقل الطاقة خلال شبكة جزيئات اليخضور، فإنها

تغيّر من طريقة امتصاصها وإطلاقها للضوء، ويسمح ذلك بالكشف عن الطاقة المتدفّقة. وقد تتبع العلماء حركة الطاقة تجاه مركز التفاعل، وأوضحوا أن «القفزات» بين الجزيئات حدثت في بضع مئات من الفيمتوثانية، ولم يكن بوسع هؤلاء العلماء الإمساك بالطاقة، وهى تتحرك من جزىء إلى آخر.

وأدت السهولة والكفاءة التى تقوم المنظومات الدقيقة للتمثيل الضوئى بتوجيه الطاقة بها تجاه مركز التفاعل، إلى محاولة بعض الكيميائيين ابتكار مماثلات صناعية لها. ويأمل الباحثون فى إمكان الاستفادة من الطاقة الكيميائية، التى تولّدها تلك المنظومات لحفز عملية تخليق جزيئات عضوية مفيدة مثل الوقود وربما سوف تنقضى سنوات قبل أن ينجح العلماء فى محاكاة ما صنعته الطبيعة فى بلايين السنين، إلا أن الباحثين يعتقدون أنهم سوف يتمكنون فى نهاية الأمر من صنع منظومات فعّالة، تكون بمنزلة بوابة للإكثار من إنتاج المحصولات الزراعية.

وباختصار فإن الفيمتوثانية تعتبر فترة زمنية رائعة بالنسبة للتعامل مع الذرّات والجزيئات الكاملة. أما بالنسبة للفيزيائى

المهتم بالإلكترونات التى هى أصغر وأخف وأسرع بكثير من الأنوية الذرّية التى تدور حولها. فإن المقياس الزمنى، «الفيمتوثانية» يعد بطيئاً جدا، ولذلك فهم مهتمون بالتقدم خطوة أخرى إلى الأمام فى اتجاه «الأتوثانية».

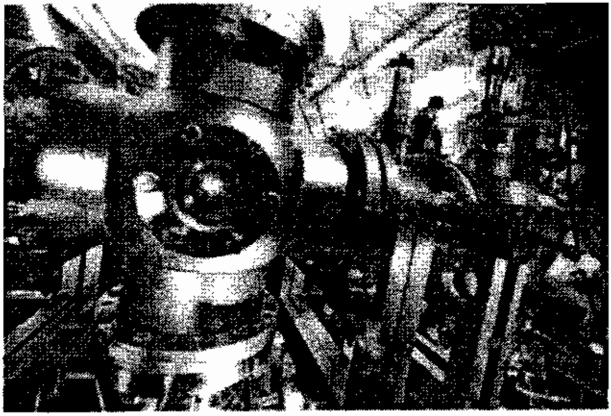
تقنيات .. الاتو ثانية

لطالما ظن الفيزيائيون أن نبضة الضوء المرئى، التى تستمر لمدة فيمتو ثانية، تتكوّن فى الواقع من عدة نبضات ضوئية تستمر عدة أتوات ثانية، تماماً مثلما تتكوّن الجملة الموسيقية من الكثير من النغمات الإيقاعية المتتالية.

وعلى الرغم من ثورة الاكتشافات العلمية التى تحققت بفضل تقنيات الفيمتو ثانية، فإن بعض جوانب الكيمياء مازالت عسيرة المنال. فمهما كانت نبضة الاستكشاف المستخدمة، فإن كاميرا الفيمتو ثانية لا تقدم لنا سوى القليل من المعلومات عن مواضع الإلكترونيات داخل مداراتها حول أنوية الذرات.

وطبقاً للنظريات التقليدية، فإن الإلكترون يدور حول نواة

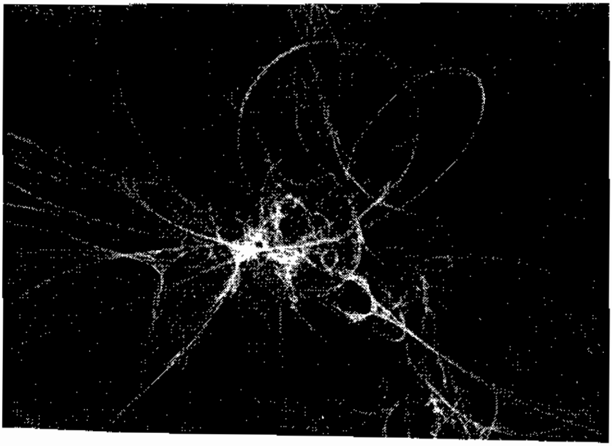
ذرة الهيدروجين فى كسر من الفيمتو ثانية، وعلى ذلك فإننا نحتاج إلى نبضات لا تتعدى بضع مئات من الأتو ثانية. وتكتب هكذا ($١٠^{-١٨}$ من الثانية) ، لتتبع كل إلكترون فى الذرّة.



وإذا أمكن توليد نبضات تستمر لعدة أتوات ثانية، فإن عدداً من الظواهر الجديدة سوف يتيسر اكتشافها، وأحد الأمثلة على ذلك: سلوك الإلكترونات فى الجزيئات المثارة، فالجزىء يكون أكثر ميلاً للتفاعل الكيميائى عندما تكون أحد إلكتروناته فى حالة إثارة. إلا أن الإلكترون قد يعود مرة أخرى إلى حالته الأصلية قبل حدوث التفاعل، ومن الممكن أن تساعد دراسة حركة الإلكترونات المثارة فى تفسير سبب حدوث بعض التفاعلات الكيميائية، بينما يفشل بعضها الآخر فى تحقيق ذلك.

الواقع أن أشعة الليزر تضىء لنا التفاعلات الكيميائية، حيث تمكنت تقنية جديدة من تقنيات الليزر من الكشف عن أول صورة مباشرة للتفاعل الكيميائى فائق السرعة على سطح المادة، وكيفية سلوك جزيئات الأوكسجين على سطح من البلاتين، ويعتقد فريق الباحثين الذين قاموا بهذه التجربة أن طريقتهم سوف تسمح للكيميائيين بإمعان النظر فى نطاق واسع من التفاعلات السطحية والتى يلعب الكثير منها دوراً رئيسياً فى تأثير المواد الحفّازة التى تقوم عند إضافتها بتعجيل

التفاعلات الكيميائية أو إبطائها، ولكنها تظل كما هى عند إنتهاء التفاعلات.



إن كيمـياء التفاعلات التى تحدث عند سطح المادة تعدّ مـن الوجهـة التقنية بالغـة الأهمية فعلـى سبيل المثال، يوجـد الكثير جدا من جزيئات الأوكسجين على حبيبات البلاتـين. وطبقا لما يراه الباحثون، فإن الخطوة التاليـة هـى حفز التفاعل بين جزيئين مختلفين من الأوكسجين مما يؤدى إلى تكوين ثانى أكسيد الكربـون وكذلك أول أكسيد الكربون. إن تتبع ديناميكية مثـل هـذا التفاعل سوف يساعـد علـى

فهم كيفية السيطرة عليه. ومن ثم إبتكار مواد مفيدة وأجهزة متطورة.

وأخيراً أعلن العلماء فى «معهد التكنولوجيا» بفيينا بالنمسا، أنهم نجحوا لأول مرة فى توليد ومضات أشعة سينية (أشعة أكس) منفصلة تستمر لمدة تقاس بالأتو ثانية. والومضات المعلن عنها – التى تستمر لنحو ٦٥٠ أتو ثانية – «كامنة» فى الأشعة السينية بالطيف الكهرمغنطيسى، أثمرت فيما بعد عن أخذ قياسات بالأتوثانية لظاهرة فيزيائية معينة، هى انفصال إلكترون عن ذرة، إثر «ضربها» بفوتون (وحدة الضوء) من الأشعة السينية.

ومن واقع تلك التجربة وما سبقها من تجارب قامت بها جماعات بحث أخرى، أصبحت «فيرياء الأتو» فى طليعة المجالات الفيزيائية، التى تتعامل مع أصغر وحدات قياس للزمن، كما أن «كيمياء الأتو» صارت حديث ما بعد «كيمياء الفيمتو» التى ابتكرها عالمنا العربى الكبير د. أحمد زويل.

ومثلما يمكن للمصباح المضئ بآلة التصوير أن يعطى

لقطات ساكنة لقطرة ماء ساقطة، فإن نبضات الفيمتو ثانية يمكنها أن تسجل مراحل التفاعل الكيميائى فائقة السرعة بين الجزيئات بعضها البعض، أما نبضات الأتو ثانية فإنها ترصد الحركات الأكثر سرعة للإلكترونات داخل الذرة، وفور إمساك الفيزيائيين لنبضة أتو ثانية، تأكدوا من فائدتها لهم. وصوّب العلماء نبضة أتو ثانية إلى ذرات غاز الكربتون. فأثار نبضة الأتو ثانية ذرّات الكربتون وانتزعت منها إلكتروناتها. ثم تمكن العلماء من الحصول على قياس دقيق للغاية، فى حدود بضعة أتوات ثانية، للمدة التى يحتاج إليها الإلكترونى لكى يضمحل وهو تحوّل يقترن بانبعاث طاقة، ولم يكن ممكنا أبدا من قبل دراسة الخصائص الديناميكية (القوى المحركة) للإلكترونات من خلال مقياس زمنى بالغ الضآلة إلى هذا الحد.

وحوّلت تلك التجربة عالم الفيزياء إلى خلية نحل، إذ أصبحت الإلكترونات الآن مجالا للبحث والاستكشاف للأسرار الغامضة للمادة، لقد بدأ عصر «فيزياء الأتو ثانية» ليس فقط فى تتبع تلك العمليات، ولكن أيضاً في السيطرة على «استرخاء» الذرة بعد «إثارتها» (أى زيادة طاقتها نتيجة لامتصاصها

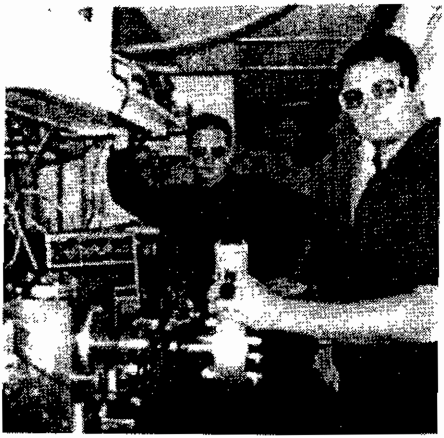
فوتونات أو نتيجة لحدوث تصادم بها)، وهذا مثير جداً، فعلى سبيل المثال فبالسيطرة على الطريقة التى تطلق بها الذرات أشعة إكس من خلال مقياس الأتو ثانية يمكن تصميم جهاز ليزر يستخدم أشعة إكس، وهو حلم طالما رواد مخيلة الفيزيائيين.

كما أن صناعة أشباه الموصلات والترانزستورات والمعدات الإلكترونية الأخرى مثل رقائق الكمبيوترات التى نحتاج دائما إلى زيادة سرعتها، سوف تستفيد بالطبع من مقياس الأتو ثانية فائق الصغر. كما سوف تتيح تطبيقات كيمياء الأتو اكتشافات مذهلة فى المجالات الطبية والمواد الوراثية (دنا ورنا) والأحماض الأمينية والهندسة الوراثية وابتكار أدوية جديدة أكثر فاعلية، بعد دراسة دقيقية لتفاعلاتها مع الخلايا بوساطة تقنيات الأتو ثانية.

توليد نبضة الأتو ثانية

لكى يتمكن الباحثون من تحقيق توليد نبضة الأتو ثانية، ذلك الإنجاز العلمى الرائع فقد جهزوا أولاً نبضة قوية – بكاميرا الفيمتو ثانية – تستمر لعدد من الفيمتو ثانية ثم

وجهوها إلى غاز النيون، وأدى التفاعل بين غاز النيون ونبضة الفيمتو ثانية إلى إنشاء نبضة تستمر لعدة أتوات ثانية فى نطاق الأشعة السينية.



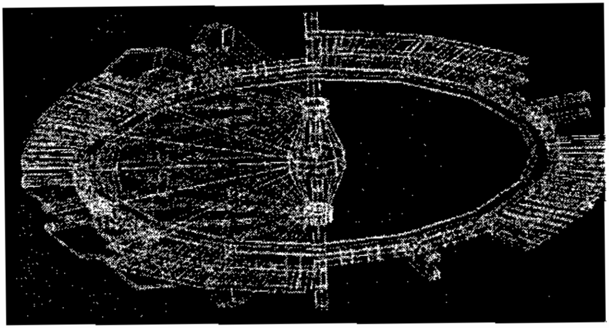
وطبقا لإحدى الصور التى تم التقاطها، فإن نبضة الفيمتو ثانية «قذفت» بالإلكترونات خارج ذرات النيون، ونشأ عن التذبذبات الناتجة عن الإلكترونات - فى وسط شعاع ضوء الفيمتو ثانية - نبضة من الأشعة السينية ذات أمد أقصر من الفيمتو ثانية.. هى الأتوثانية.

كما يمكن تصوير العمليات التى تتم فى حدود نطاق الذرّة، عن طريق إطلاق نبضات ليزر فائقة السرعة، بالطريقة نفسها التى يتم بها «تجميد» صورة الرصاصة المنطلقة من المسدس، بوساطة آلة تصوير سريعة حركة المصراع. فى هذه التجربة تمت إثارة ذرة كربتون بواسطة نبضات سريعة من الأشعة السينية بغرض خلق «ثغرة» فى الغلاف الداخلى لها.

ويمكن تتبع إعادة تنظيم الإلكترونات فى الذرة المثارة، عن طريق إطلاق شعاع ليزر متزامن، وهكذا يتم رصد سلوك الإلكترونات صعودا وهبوطاً.

وفى تجربة أخرى استخدم العلماء مرشّحاً ضوئياً خاصاً لأشعة الليزر، واستعدوا تماماً لاصطياد الأتو ثانية، ووجدوا أن

ومضات الليزر فائقة القصر (التى تستمر لمدة ٧ فيمتو ثانية) أدت إلى نزع الإلكترونات، وعلى الفور جعلتها تصطدم بعنف بنواة النيون، وكان التأثير الحادث يشبه إلى حد كبير إطلاق رصاصة على ناقوس معدنى، لقد أنتج الاصطدام طنيناً (نغمة نقية ذات تردد معين) متوافقاً عالى التردد من الأشعة السينية، ثم قام الفيزيائيون بترشيح الضوء التوافقى فى مرشّح لا يسمح إلا بمرور دفقات مختارة من الأشعة السينية، تشمل تلك التى تبلغ طولها ٦٥٠ أتو ثانية فقط.



لكن الضوء المرئى ليس هو النوع الوحيد من نبضات الاستكشاف التى يمكن استخدامها، إذ أن الضوء لا يعطى غير معلومات محدودة عن تركيب أى مادة، ولذلك يستخدم الباحثون دفقات من الأشعة السينية، وعادة تحمل الأشعة السينية طاقة كبيرة لإثارة المواد المراد دراستها، كما أنه يمكنها المرور خلال الفراغات بين أنوية الذرّات ولأن الطول الموجى للأشعة السينية، مماثل لحجم تلك الفراغات فإن الموجات يتم حيودها (أى تغيير اتجاهها) ويؤدى هذا إلى حدوث أنماط من التداخل تتمثل فى التقاء موجتين متساويتين فى الطول مما يؤدى إلى اشتداد الحركة الموجبة، وبدراستها يمكن تحديد تركيب الجزيئات المعينة.

إن «مشاهدة» التفاعلات الكيميائية بهذه الدقة البالغة، تمكّن العلماء من رصد تأثير هذه التفاعلات، وبالتالى التحكم فى نواتجها الضارة التى قد تؤدى إلى تلوث البيئة.

طبقاً للكتب الدراسية فإن التفاعلات الكيميائية عملية بسيطة، فلو أحضرت بعض المواد التى تتفاعل مع بعضها البعض، وخلطتها معاً وزودتها بالطاقة، إذا لزم الأمر، وفجأة

تتكون لديك نواتج التفاعل. لكن عندما نهتم بتفاصيل قلب عملية التفاعل واللحظات الخاطفة التى تتحول فيها جزيئات المواد المتفاعلة إلى نواتج التفاعل، فإن الكتب الدراسية تكون غامضة إلى حد ما.

ولكن عندما استنبط الكيميائيون تقنيات للنظر داخل قلب التفاعلات الكيميائية، فإنهم ابتكروا عالماً جديداً للدراسة. لقد نجح الباحثون لأول مرة فى توليد نبضات من الأشعة السينية فائقة القصر، بحيث ترصد السلوك «الزئبقى» – أى الصاعد الهابط – للإلكترونات داخل الذرّة.

وباستخدام تلك النبضات كمصابيح ومّاضة، يستمر كل منها لنحو واحد من بليون من بليون من الثانية الواحدة (أتوثانية). تمكن الباحثون من تتبع «وثبات» الإلكترونات فى الغاز بين مستويات مختلفة للطاقة.

ويدرك العلماء أن كل تقدم تقنى آخر، يؤدى إلى نبضات أصغر من الأتوثانية، سوف يثمر فى النهاية تطوراً علمياً هائلاً، وهذه بالضبط الخطوة التالية. وفى يوم ما – لعله ليس بعيداً

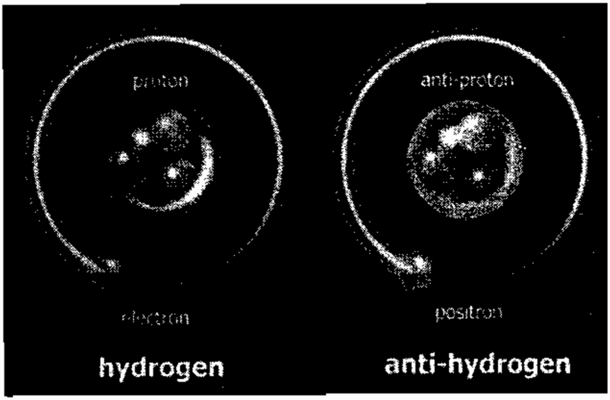
جداً فى المستقبل - حتى الأتو ثانية بالغة السرعة، سوف تقتصر على تحقيق بعض الأهداف المرجوة، وسوف تبدو الإلكترنات «بطيئة وكسولة»! وكلما تمكن العلماء من سبر غور كيانات أصغر وأصغر من المادة، الكواركات - على سبيل المثال - التى تكوّن بروتونات ونيترونات نواة الذرة، فإن العمليات الفيزيائية تصبح أسرع بكثير، ومن ثم فإن المقياس الزمنى سيكون على الأرجح - فى نطاق الزيبتو ثانية أى واحد من ألف بليون من بليون من الثانية ويكتب ($١٠^{-٢١}$)! وهناك جهاز ليزر يتم تصميمه فى الوقت الحالى أطلق عليه «ليزترون» ليستخدم فى إصدار «الزيبتو ثانية».

وربما تتساءل: هل الزيبتو ثانية هو آخر المطاف فى الإبحار فى دياجير الزمن البالغ الضآلة؟ لن يتوقف العلم عند حدود معينة، بل سوف يتجاوزها إلى ما يفوق خيالنا العلمى، وسيكون الزمن المتناهى الصغر فى بؤرة الأبحاث العلمية المستقبلية، وسيحصل الباحثون فى هذا المجال على المزيد من جوائز نوبل فى الفيزياء والكيمياء، وأتمنى أن يكون بينهم علماء عرب.

بعد عام ١٩٥٢ حجر الزاوية لعلم فيزياء الجسيمات، الذى أدى فيه اختراع نوع جديد من أجهزة الاكتشاف - وهو الغرفة الفقاعية Bubble Chamber - إلى تحقيق أفضل الاكتشافات خلال السنوات التالية. وشهدت هذه الفترة أول جيل من جهاز تعجيل الطاقة، «السنكرترون» Synchrotron، الذى صمم بهدف تخليق نسخ من صنع الإنسان للجسيمات الموجودة فى الأشعة الكونية، فصارت بداية عهد جديد فى علم فيزياء الجسيمات. فبعد أن كان علم فيزياء الجسيمات قسما من علم الفيزياء النووية، صار قسما فى أبحاث الأشعة الكونية، وأصبح حقلا خصيبا له مجاله الخاص، ففى أوائل الستينيات من القرن العشرين، بدأ علماء الفيزياء مجهودات مكثفة لإيجاد جسيمات جديدة.

وعلى الرغم من أن صور الغرفة الفقاعية - التى تكشف عن الجسيمات المؤينة التى تحدث فقاعات غليان عنيف فى السائل الشفاف فائق السخونة الذى يوجد داخلها - تكون واضحة فى معظم الأحيان ويمكن قراءتها بسهولة، وأن هذه

الصور متناسقة بشكل رائع، إلا أنها ليست دائما أفضل طريق استكشاف للجسيمات. ففى معظم الأحيان - خصوصا فى الجسيمات النادرة وقصيرة الأجل مثل «الرنينيات» Resonances - لا يمكن الاستغناء عن عد الجسيمات.



وإكتسبت أجهزة العد أهميتها ليس فقط فى إيضاح وجـود «النيـوترينو»، ولكن فى إظهـار أن هناك نوعين من النيوترينو، احدهما متصل بالالكترون والآخر بالميون Muon، وهو مثيل ثقيل للالكترون، كما اكتشفت أجهزة العد النيوترون المتعادل والبروتون المضاد Anti Proton .

وفى أواخر الستينيات من القرن العشرين، أوضحت التجارب فى مركز التعجيل الخطى للطاقة (Linear Accelerator Center) باستانفورد، أن الالكترونات ذات الطاقة العالية، قادرة على اختراق البروتون محددة طبيعته الحبيبية، وكان هذا مدخلا لاكتشاف «الكواركات» Quarks والكواركات المضادة.

المادة المضادة.. ونظرية ديراك

فما هذ المادة المضادة؟ تسألنى فأجيبك:

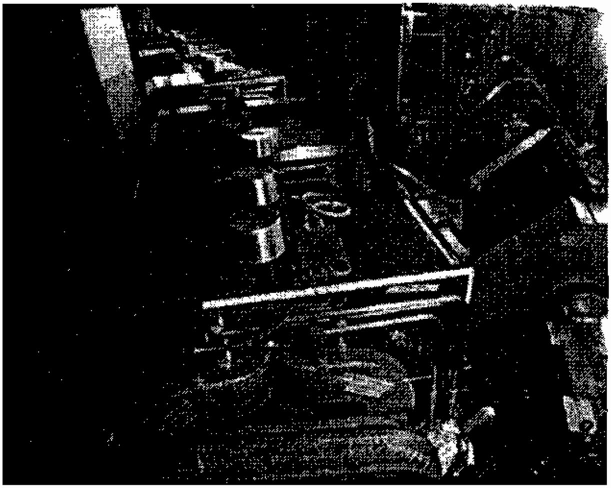
يتكون كوكب الأرض - والمنظومة الشمسية التى تتضمنه - وكذلك كل مجرتنا والبلايين من المجرات الأخرى فى الكون، من المادة التى تتكون بدورها من ذرات، تدور فيها الالكترونات

حول نواة مكونة من البروتونات والنيوترونات تحتوى فى داخلها على كواركات.

ولكن فى عام ١٩٣٢، اكتشف «كارل أندرسون» فى أثناء تجاربه على الأشعة الكونية، الالكترونات المضادة أى «البوزيترونات» Positrons وهى جسيمات تشبه الالكترونات غير أنها تحمل شحنة موجبة بدلا من السالبة. وفى الحقيقة كانت البوزيترونات موجودة فى معادلة نظرية «ديراك» Dirac فى عام ١٩٢٨. وأشار اكتشافها إلى أن وجود الجسيمات المضادة للبروتون والنيوترون، والجسيمات الأخرى الكثيرة المكونة للذرة، والتى اكتشفت منذ أوائل الثلاثينيات من القرن الماضى.

دمار المادة.. والمادة المضادة

وتوجد المادة المضادة لكل نوع من المادة مساوية لكتلتها ومضادة لخواصها، من ناحية نوع الشحنة. ويمكننا أن نتصور أن الذرات المضادة، تتكون من مدار الإلكترونات المضادة حول النوى المضادة Anti Nuclei، المكونة من البروتونات المضادة والنيوترونات المضادة والكواركات المضادة.



وتنبأت نظرية «ديراك» أن المادة والمادة المضادة لا يجتمعان معا، بل يدمِّر أحدهما الآخر فعندما يتقابل الجسيم بنظيره المضاد، يدمَّر الأثنان نهائيا، وهى عملية تتحول فيها كتلة الجسيمين إلى طاقة فى جزء من الثانية.

وعلى الرغم من معرفتنا بالجسيمات المضادة، إلا أن ما يحير العلماء هو عدم وجود المادة المضادة بكميات كبيرة فى الكون. وبالتأكيد نتجت المادة والمادة المضادة بكميات متساوية عند انطلاق الطاقة المروّعة بحدوث الانفجار الأعظم Big Bang عند بداية خلق الكون، فأين ذهبت المادة المضادة؟! ولماذا لا نجد دليلا على وجود المجرات المضادة Anti Galaxies تشتمل على النجوم المضادة Anti Stars تدور حولها كواكب مضادة Anti planets .

واليوم تستعمل الجسيمات المضادة – وأساسا الإلكترونات المضادة (البوزيترونات) والبروتونات المضادة – فى العلم والتقنية والطب وعلم الفيزياء ذى الطاقة العالية.

وتعد «المصادمات» Colliders أكثر أجهزة تعجيل الطاقة

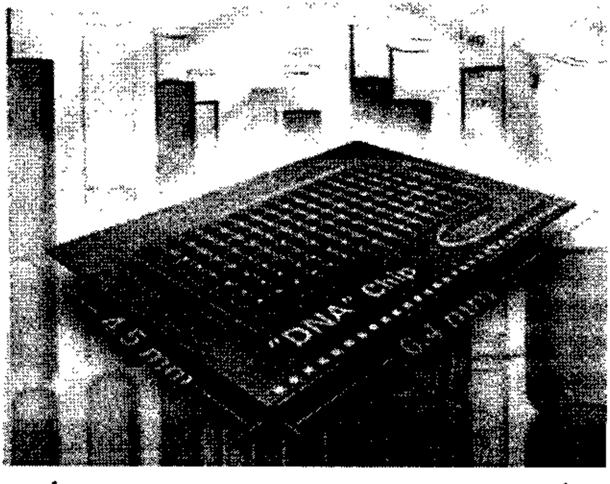
انتشارا ونجاحا، وفيها تزداد سرعة حزمة من الالكترونات والبوزيترونات أو من البروتونات والبروتونات المضادة، في اتجاهين متقابلين داخل أنبوبة الحزمة ويحدث التصادم في نقطة محددة.

وينتج تصادم الجسيمات المعجلة ومضاداتها أيضا، على كمية هائلة من الطاقة تمكن علماء الفيزياء من دراسة معظم المكونات الأساسية للمادة وتكون الطاقة المنطلقة كافية لتكوين عشرات الجسيمات الجديدة - وبالأكثر «البيون» Pion - التي تنتشر في جهاز الاكتشاف.

وتعد المقدرة على إيضاح غموض المادة المضادة، عاملا هاما في صياغة نظريات المادة وطبيعة الكون، والتي يطلق عليها «النظريات العظيمة الموحدة» Grand Unified Theories وهذه النظريات تلقى اهتمام الباحثين في كل أنحاء العالم، ويأملون في التوصل إليها في المستقبل القريب.

قلب الكمبيوتر الحى

كل ما صنعه الإنسان وابتكره من تقنيات دقيقة ومتقدمة، يظل قزمًا إذا ما قورن بإبداع الخالق المتمثل فى الخلايا الحيّة. وأمام هذه الحقيقة يحاول العلماء دمج ما هو حى مع ما هو صناعى، ومثال ذلك ما يحدث الآن فى أبحاث الرقائق الكمبيوترية.



أصبحت الرقائق الكمبيوترية إحدى السمات الأساسية

التى تميز حضارتنا، فهى موجودة فى كل مكان حولك، فى الكمبيوترات الشخصية والهواتف الحديثة والثلاجات والمكيفات ومحركات السيارات وغيرها. إن هذه الرقائق الدقيقة «الذكية»، هى التى تقود المنطق الذى يسيطر على التقنيات العلمية الحديثة.

ومن أحدث مجالات التطوير فى تقنية الرقائق، استبدال الترانزستورات بجزيئات الحامض النووى الوراثى (دنا) التى تشفر المعلومات الوراثية أو بروتينات معدلة بالهندسة الوراثية، ويطلق عليها حينئذ «الرقائق الحيوية» ويكون لها استخدامات مذهلة فى الوقت الحاضر والمستقبل.

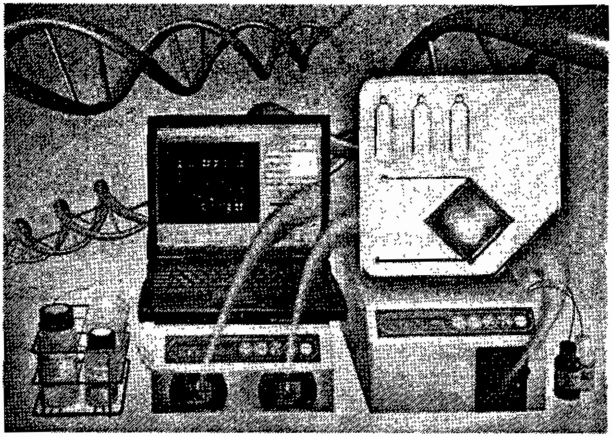
ولاشك أن محبّى قصص الخيال العلمى، يألفون فكرة دمج الرقائق الكمبيوترية مع المادة الحية من جسم الإنسان، والحقيقة أن المخلوقات نصف البشرية/نصف الآلية تحمل الكثير من صفات وخصائص البشر، ويتخذ ذلك شكل بشر يعيشون حياتهم داخل روبوتات، وعقول بشرية تحفظ بحال جيدة فى أوعية محكمة بها هلام طبى!

وعلى الرغم من اكتساح قصص البشر الآليين لشاشات

العرض السينمائى والتلفازى، وكذلك دور نشر أدب الخيال العلمى، فإن هناك حقيقة علمية تحدث هنا على أرضنا فى الوقت الحاضر، ولها آفاق مستقبلية رائعة.

فقد نجح العلماء بالفعل فى الجمع بين المركبات العضوية طويلة السلسلة long chain organic compounds، والرقائق الكمبيوترية - التى تصنع من السليكون - لخلق مجال جديد تماما من علوم الكمبيوتر، يتعلق بتشغيل الكمبيوترات الحيوية Biocomputers .

ولعل فكرة دمج المادة الحية - كالبروتينات - مع الرقائق الكمبيوترية، تبدو للوهلة الأولى «مستقبلية» للغاية، ولكنها فى الواقع معروفة بالفعل فى مجالات الإلكترونيات، إذ إن هناك حقيقة بسيطة، هى أن كثيراً جداً من العمليات التى ينفذها الكمبيوتر، يفترض أنها تحل محل المجهودات البشرية، ولذلك فليس من المدهش أن علماء الكمبيوترات، ربما يرغبون فى دمج بعض خصائص الإنسان (التى يمكنها بالفعل أداء هذه المهام) فى تصميم الكمبيوتر (الذى ينجزها فى وقت أقل أو بطريقة أكثر آلية). وكمثال على ذلك، كمبيوترات الشبكات



العصبية التى تصمم لمحاولة تقليد الموصلات فى الجهاز العصبى ومخ الإنسان، والشبكات العصبية الكمبيوترية، هى

مجرد محاكاة لمخ الإنسان، وليس دمجا بين الأنسجة الحيّة والسليكون، ومع ذلك فهى تحقق مزايا نسخ التركيبات الحيوية. ولو تصوّرنا قدرة وإمكانات تلك الشبكات العصبية، فليس من الصعب تصوّر مزايا استخدام عدة أنسجة حيوية مباشرة فى رقاقة كمبيوترية، لإنشاء «الرقاقة الحيوية» Biochip ولكن ماهى الرقاقة الحيوية؟ تسألنى فأجيبك:

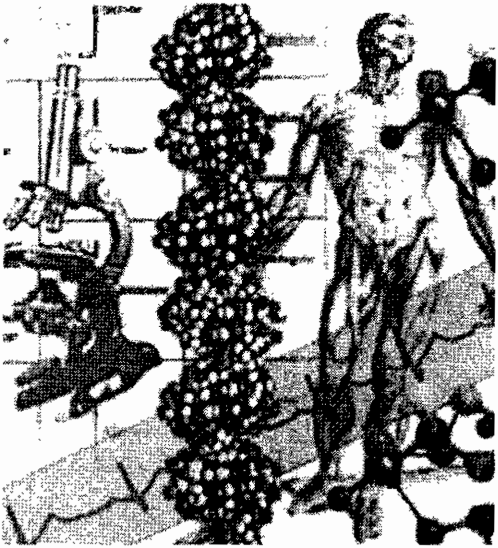
عندما يعمل علماء البيولوجيا وعلماء الكمبيوتر معا، ويقومون بدمج جديلة Strand المادة الحية فى الرقاقة الكمبيوترية، فإنهم فى الواقع يصنعون رقاقة حيوية. والرقاقة الحيوية تشبه فى تركيبها الرقاقة التقليدية للكمبيوتر، باستثناء تغيير الترانزستورات بجزيئات كيميائية عضوية أو بروتينات «مهندسة» بتقنية الهندسة الوراثية.

ووفق رأي الخبراء فإن للرقاقة الحيوية عدة فوائد – مقارنة بالرقاقة الكمبيوترية المستخدمة فى الوقت الحاضر – منها زيادة العناصر الحسابية وإيجاد طراز جديد فى معاملة المعلومات الحيوية فى أعمال ذات مستوى عال مثل دراسة تتابع الجينات.

ويفضل استخدام جدائل من «الحامض النووى الديوكسى ريبوزى» واختصاراً (دنا) DNA. و(دنا) هو الجـزىء الذى يوجد فى نواة الخلية ويشفر المعلومات الوراثية، ويحتوى على كل التعليمات والبرمجة التى تسيطر على نمو وتطور وسلوك الخلايا الحية، ولذلك فإن اختيار (دنا) كجزيئات عضوية فى الرقائق الحيوية، هو اختيار واضح المغزى.

وعلى الرغم من أن التصنيع الفريد للرقاقة الحيوية أمر معقد تماماً، فإن الفكرة العامة للتصميم الذى وراء ذلك بسيطة جداً! أساساً تبدو الرقاقة الحيوية مثل «وعاء» (شريحة من السليكون)، به مكعبات ثلج بالغة الضآلة (يُطلق على كل منها «خزان») ويحمل كل خزان عينة من المادة الحية. وتعمل الرقاقة الحيوية مثل مجموعة من أنابيب الاختبار، وكل عينة من المادة الحية تختلف عن بقية العينات الموجودة على الرقاقة، مما يعنى أنها سوف تتفاعل (أو قد لا تتفاعل) مع البيئة المحيطة بها، بطريقتها الخاصة. ولاستخدام الرقاقة الحيوية، يقوم العلماء بتعريضها لبيئة معينة محيطة بها، ثم يراقبون خصائص الفلورية Fluorescence لكل عينة، وعن طريق رصد العينات الحية

منها، التى تتفاعل وبأى طريقة، يمكن للعلماء تحديد مكونات تلك البيئة المحيطة.



ونظراً لأن الرقاقة الحيوية قد تحتوى على عشرات الآلاف

من العينات الحية الفريدة من نوعها - ولكل منها قدرتها على الإحساس والتفاعل - فإن الرقاقة الحيوية تعد بالفعل معالجا متوازيا Parallel Processor، وفى الوقت الذى نجد فيه أن فكرة دمج علم الكمبيوتر وعلم البيولوجيا، لإنشاء معالجات متوازية على رقاقة حيوية، هى فكرة رائعة ومثيرة فى حد ذاتها، فإن السؤال المنطقى الذى يقترن باستحداث هذه التقنية المستقبلية هو: ما فائدة هذه الرقاقة الحيوية؟

ثورات .. حيوية

ينتظر أن تحدث الرقائق الحيوية ثورات فى العديد من المجالات العلمية، لعل أهمها هو المجال الطبى، إذ إنها سوف تساعد فى سبر غور الأسرار الرئيسية للحياة، وحل ألغازها بالإضافة إلى التطوير فى أساليب التشخيص الطبى واكتشاف التفاعلات الكيميائية التى تؤدى إلى إنتاج أدوية جديدة أكثر فاعلية فى العلاج، كما يمكن أن تعمل الرقائق الحيوية مثل كاشفات Detectors للأخطار الحيوية والوراثية أو الجينية، فعلى سبيل المثال، قد يتم تحميل خزانات الرقاقة الحيوية بعشرات الآلاف

من جدائل (دنا) المأخوذة من فيروسات وبكتريا معروفة، وفى حال توقع أى كارثة بيولوجية (كهجوم بأسلحة بيولوجية)، تقوم أطقم الطوارئ بسرعة بأخذ عينات من الهواء للتحقق من وجود أى كائنات دقيقة قد تسبب الأمراض. ويمكن اتباع أسلوب مماثل للبحث عن - والتعرف على - المبيدات الحشرية والملوثات والأمراض الوراثية أو أى مجموعة أخرى من المركبات الضارة، التى قد تتفاعل مع الجزيئات العضوية.

كذلك سوف تستخدم الرقاقة الحيوية فى التعرف على دور الجينات فى تخليق البروتينات، وتقوم بتحليل الأنسجة المريضة بهدف تحديد الجينات التى يختل إنتاجها من البروتينات، مما يترتب عليه الإصابة بأمراض معينة. وأيضا دراسة الأنماط الوراثية، مما يسهل من عملية تشخيص الأمراض، التى تم التحقق من حدوث طفرة وراثية Genetic Mutation لها، كما فى بعض أمراض الكبد والسرطان.

كما أن انتشار استخدام الرقائق الحيوية، سوف يبدد الشك، من بداية العلاج المبكر، لكثير من الأمراض ومن خلال تحليل قطرة واحدة من محلول الاختبار، سوف يتمكن

الأطباء من التنبؤ بمدى فاعلية أى دواء ومقدار السميّة المحتملة من تناوله، وهكذا تساهم الرقاقة الحيوية فى التسريع بخطوات اعتماد الأدوية.

وهناك مجال مستقبلى مثير للاهتمام، هو الرقاقة الحيوية البروتينية، حيث يصف بها طبقات من البروتينات المهندسة وراثيا، التى يمكن استخدامها فيما بعد فى فحص الأدوية وفى اختبارات طبية تشخيصية، وإذا تم إدماج جهاز إحساس حيوى Biosensor، بداخل تلك الرقاقة الحيوية فربما يظهر عندئذ استخدام جديد لها فى قياس درجة النشاط الحفزى Catalytic Activity لمختلف الأنزيمات.

ويمكن استخدام الرقائق الحيوية ككاشفات فائقة الحساسية للتلوث الميكروبى أو العضوى، كذلك تستطيع أن تساعد فى التعرف على الجينات، التى تمكن بعض الأنزيمات الطبيعية من القضاء على سمية الكيماويات و«هضم» الملوثات، وبمجرد التعرف عليها، فإن هذه الجينات - صديقة البيئة - يمكن نقلها إلى البكتيريا العادية للمساعدة فى تنظيف التربة أو المياه الملوثة.

وللرقاقة الحيوية القدرة على سرعة ودقة اكتشاف الأمـــراض والطفرات الوراثية الزراعية، وسرعة إجراء تجارب للتأكد من سلامة المنتجات الزراعية. فعلى سبيل المثال، فإن الجينات التى تساعد النباتات على مقاومة فطريات العفن، يمكــن التعرف عليها - بواسطة الرقائق الحيوية - وإيلاجها فــى النباتات التى تتعرض لهجوم العفن، ومن ثم تعتبر «سلاحا» للمقاومة.

وقريبا سوف يتمكن رجال الشرطة من تحليل (دنا) بالدم أو الشعر بمسرح الجريمة، دون الحاجة إلى إرسالها للمختبر، إذ إن الرقاقة الحيوية مصممة لإجراء تحليلات (دنا) خلال دقائق، على أى آثار أو بقايا بشرية توجد فى أى مكان، ويمكن عندئذ استخدام كمبيوتر نقّال للبحث عما يطابقها فى قاعدة البيانات القومية لـ (دنا) الخاصة بالمجرمين والمحفوظة لدى الجهات الأمنية.

الرقاقة الحيوية ... والجينوم البشرى

إن أحد أهم الاستخدامات الواعدة للرقائق الحيوية، المساهمة

فـى فك الشفرة الوراثية والتعرف عـلى تتابـع Sequence الجينات وهو ما يـطلق علـيه مـشروع «الجينوم» البـشرى Genome، فبعد توصل العلماء إلى التعرف على خريطة جميع الجينات الموجودة فى كروموزومات Chromosomes الإنسان، وعن طريق تحـديد مكان وجـود كل جين فى الكرومـوزوم ووظيفته، فسوف يخطو العلماء خطوة جبارة إلى الأمام لتحديد كيفية عمل أجسامنا، كما سيصبح بمقدورهم معرفة عدد كبير من الأمراض الخطيرة مثل السرطان وبعض أمراض القلب و«الزهايمر» وغيرها، فى نطاق ما يسمى «الطب الجينى».

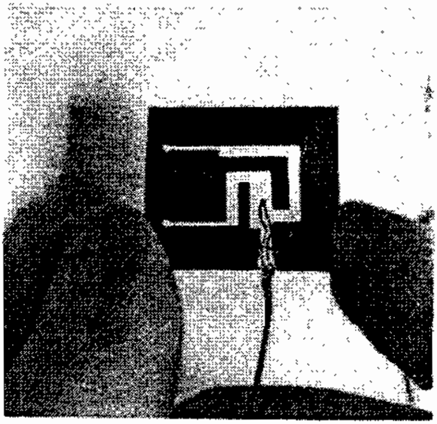


ولكن يستخدم العلماء رقاقة حيوية لتحديد تتابع (دنا)، ومن ثم التعرف على تكوينها الجينى، فإنهم يستفيدون من حقيقة وجود سلسلة «نوتيدات» فى جديلتين تربطهما أزواج أربع قواعد نيتروجينية، عبارة عن جزيئات صغيرة تربطها روابط ضعيفه وكأنها «مشابك كيميائية»، وهذه القواعد النيتروجينية هى الأدنين (أ) والثايمين (ث)، والجوانين (ج) والسايتوسين (س)، وتوجد هذه القواعد الأربع بترتيب خاص.

وهى تشكل جديلة تقترن بجديلة أخرى متممة لها، وعندما تتلاصق الجديلتان نجد أن جزىء (أ) يقترن دائما بالجزىء (ث)، وأن الجزىء (ج) يقترن دائما بالجزىء (س) وعلى ذلك فإذا وجدنا الجديلة (دنا) المكونة من (ث س ج أ أ) فسوف ترتبط دائما بجديلة تحتوى علي (أ ج س ث ث)، وتتابع هذه القواعد هو الذى يشفر التعليمات لإنتاج بروتينات مختلفة، حيث تكون كل ثلاث أحرف (كودون Codon) شفرة لحامض أمينى معين وترتبط هذه الأحماض الأمينية فى شكل بروتينات.

وتبدو ترابط القواعد النيتروجينية مثل درجات فى سلم حلزونى، يلتف لولبيا فى اتجاه حركة عقارب الساعة، ويطلق

عليـه «الحلزون المزدوج» Double Helix، وللاستـفـادة من تلك، يقوم العلماء بتحميل كل خزان فى الرقاقة الحيوية، بجديلة معروفة من (دنا) ثم يعرّضون هذه الرقائق لمحلول يحتوى على عينات من سلاسل طويلة مجهولة من (دنا). إن (دنا) الموجودة فى خزان الرقاقة الحيوية، سوف تلتصق فقط بعينات الجدائل المحتوية على المتـممة لها، وسوف تلتصق عند نقطة محددة من عينة الجديلة، حيث يتم الاقتران الصحيح بينهما.



وهكذا يمكن للعلماء تحديد الخزانات التى يحدث فيها

اتصال، وكذلك معرفة مكان حدوث هذا الاتصال بجدائل العينات المختارة، ومن ثم يصبح بإمكانهم إعادة تشكيل الجدائل الطويلة للعينات، وكذلك «قراءتها» وتفسيرها.

وتوصف هذه العملية بأنها «بحث عن كلمات»، لأن كل (دنا) تمثل «كلمة» معروفة، كما أن كل عينة طويلة من (دنا) تعبر عن «جملة كاملة» وبعد تحديد كل الكلمات الموجودة فى الجملة، وأيضا ترتيبها داخل الجملة، يمكن للعلماء تفسير «الجملة» وفهم معناها، وهكذا يشرعون فى قراءة «كتاب الحياة».

إن العلماء الذين يعكفون على دراسة تتابع الجينات فى جدائل (دنا)، يحتاجون إلى مساعدة كبيرة من الكمبيوترات، لتفسير وفك شفرة الرقائق الحيوية ومعرفة ما الذى تفصح عنه. فعلى سبيل المثال، يستخدم كمبيوتر مزود بمجهر للأطوال الموجية، لمعرفة خزانات الرقاقة الحيوية التى تتفاعل وكيفية حدوث هذا التفاعل، ثم يقوم كمبيوتر آخر متصل بقاعدة بيانات بيولوجية، بفهم وتفسير معنى سلوك الرقاقة الحيوية.

والواقع أن المنظومة التى تقوم بتفسير سلوك الرقاقة الحيوية - وأيضا قاعدة البيانات البيولوجية المتصلة بها - لها أهمية فائقة تعادل أهمية الرقاقة الحيوية ذاتها ونتيجة لذلك طوّر العلماء مجالاً جديداً للدراسة أطلقوا عليه «المعلوماتية الحيوية» Bionformatics، يقومون فيه بإنشاء قواعد بيانات متطورة لمساعدة الأبحاث البيولوجية.

مراقب حيوى داخل جسمك

الرقاقة الحيوية المزروعة فى الجسم، يتم تثبيتها فى داخله لتحـــديد المكان الذى يوجد فيه الإنسان. وكذلك للتعرف على بعـض البيانات الطبية الخاصة به، إذ إنها تشتمل على أجهـزة إحساس تقيس درجة حرارة الجسم وضغط الدم ونسبة السكر .... إلخ.

ويقوم هوائى متصل بالرقاقة الحيوية المزروعة، بتسجيل تلك البيانات وإرسالها إلى محطات استقبال أرضية - مجهزة للاتصال بالأقمار الصناعية - بحيث يراقبها الأطباء، ولعل أهم استخدام لهذه الرقاقة، هو متابعة حالة المرضى المعرضين

للخطر. فعلى سبيل المثال، يمكن مراقبة ومتابعة حالة شخص مصاب بمرض «الزهايمر» (الشلل الرعاش)، من خلال منظومة تحديد الموقع العالمى بالأقمار الصناعية GPS، وإذا حدث أن المريض ابتعد كثيراً عن منزله، فإنه يمكن للمراقبين الطبيين له متابعة حالته الطبية فى جميع الأوقات (خدمة الطوارئ).

ولكن مم تتكوّن الرقاقة الحيوية المزروعة؟

إنها تشتمل أساساً على وحدة «المتلقى/ المستجيب» وهى عبارة عن منظومة تعريف تعمل بتردد لاسلكى، إذ إنها تستخدم إشارات لاسلكية منخفضة التردد، لتحقيق الاتصال بوحدة أخرى تسمى «القارئ»، ولأن وحدة المتلقى/ المستجيب «سلبية» – بمعنى أنها لا تحتوى على بطارية أو أى مصدر يمدها بالطاقة – فإنها لا تعمل إلا بعد أن ينشطها «القارئ»، بإرسال شحنة كهربائية ضعيفة.

ويعمل القارئ على «مسح» الرقاقة الحيوية المزروعة فى الجسم، ويتلقى بيانات منها، ويتم الاتصال بين الرقاقة الحيوية والقارئ عن طريق موجات لاسلكية منخفضة التردد، ويجب أن

تتراوح مسافة القراءة أو التنشيط ما بين خمسة سنتيمترات وثلاثين سنتيمترا، حتى يتم الاتصال بشكل صحيح.

رقاقة.. وملف.. ومكثف.. وكبسولة

تتكون وحدة «المتلقى/المستجيب» من أربعة أجزاء هى:

- رقاقة كمبيوترية.
- ملف الهوائى.
- مكثف الموالفة.
- كبسولة زجاجية.

الرقاقة الكمبيوترية: تقوم بتخزين رقم التعريف المميز الذى يبلغ طوله من عشرة إلى خمسة عشر رقما. وسعة تخزين الرقاقة الكمبيوترية الحالية محدودة، إذ لا يمكنها تخزين سوى رقم تعريف واحد. ويتم حفر رقم التعريف المميز هذا، أو تشفيره بواسطة أشعة الليزر على سطح الرقاقة الكمبيوترية، وبمجرد تشفير رقم التعريف يصبح من المستحيل تغييره، كما تحتوى الرقاقة على دائرة إلكترونية، وهى ضرورية لنقل رقم التعريف إلى القارئ.

ملف الهوائى Antenna coil: ملف بسيط من سلك نحاسى يلتف حول «قلب» من الحديد، ويعمل هذا الهوائى اللاسلكى على استقبال «نبضات» من القارئ، وكذلك يمكنه تلقى إشارات من أقمار صناعية قادرة على تحديد إحداثيات الموقع بأى مكان على سطح الأرض.

مكثف الموالفة Tuning Capacitor: يخزن هذا المكثف الشحنة الكهربائية الضئيلة (تقل عادة عن واحد من ألف من الواط) والمرسلة من القارئ لتنشيط وحدة «المتلقى/ المستجيب)، ويتيح هذا التنشيط إعادة رقم التعريف المحفور على الرقاقة الكمبيوترية، وهكذا يتم الاتصال. ونظرا لاستخدام «موجات لاسلكية» للاتصال بين وحدة «المتلقى/ المستجيب) و«القارئ»، فإنه تتم «موالفة» (أى تعديل تردد) المكثف ليصبح مماثلا لتردد «القارئ».

الكبسولة الزجاجية: تتسع الكبسولة الزجاجية لكل من الرقاقة الكمبيوترية وملف الهوائى ومكثف الموالفة، وهى عبارة عن كبسولة صغيرة تبلغ أبعادها ١١ ملليمترا طولا، كما

يصل قطرها إلى ملليمترين فقط، وهذا الحجم يعادل تقريبا حجم حبة أرز كبيرة غير مطبوخة.

وتصنع الكبسولة الزجاجية من مادة مناسبة للمادة الحية في جسم الإنسان، مثل الزجاج الذى يدخل فى تصنيعه «جير الصودا»، وبعد تجميع كل الأجزاء، يتم إحكام سد الكبسولة، لكى تصبح غير منفذة لأى مادة، بحيث لا يمكن لأى سوائل بالجسم ملامسة المعدات الإلكترونية التى بداخلها. ولأن الزجاج ناعم جدا ومعرض للحركة، يفضل الخبراء استخدام «غمد» من مادة معينة، يتم تثبيتها بأحد طرفى الكبسولة، ويوفر هذا «الغمد» سطحا مناسبا يسهل على ألياف أنسجة الجسم أن تتشبث به أو تترابط معه، وينتج عن ذلك ثبات الرقاقة الحيوية المزروعة بشكل دائم فى الجسم.

ويتم إيلاج الرقاقة الحيوية فى جسم الإنسان بواسطة حقنة، وعملية الحقن هذه بسيطة ومأمونة، إذا ما قورنت بعملية حقن الأمصال العادية المقاومة للأمراض ولا تدعو الحاجة إلى التخدير الكلى أو الموضعى.

أما بالنسبة للكلاب والقطط – التى يرغب أصحابها فى

تتبع خطواتها حتى لا تفقد طريقها - فإنه يتم عادة حقن الرقاقة الحيوية، خلف الرقبة فيما بين لوحى الكتف، وهناك أحد أنواع الرقائق الحيوية الذى يطلق عليه «ذات الطيّة الزمّامة»، ما عليك إلا أن تضغط عليها لكى تثبت فى جسمك، دون حاجة لاستخدام الحقنة.

أما «القارئ» فإنه يتكون من ملف «تنشيط» يولد مجالا كهرمغنطيسيا يوفر - من خلال إشارات لاسلكية - الطاقة اللازمة لتنشيط الرقاقة الحيوية المزروعة فى الجسم، كذلك يشتمل القارئ على ملف استقبال يتلقى الشفرة المرسلة أو رقم التعريف الذى تبعث به الرقاقة الحيوية المزروعة التى تم تنشيطها، ويحدث كل ذلك بسرعة مذهلة لا تتجاوز واحدا على ألف من الثانية!

كما يحتوى القارئ على برامج تشغيل كمبيوترية، والأجزاء اللازمة لفك الشفرة التى يتم استقبالها، وتعرض النتائج على شاشة صغيرة تعمل بالبللورات السائلة ويمكن أن تتضمن وحدة القارئ «منفذا» Port لربطه بالكمبيوتر.

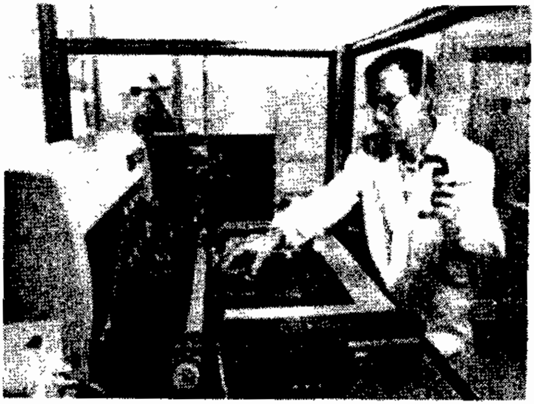
يولّد القارئ مجالا كهرمغنطيسياً منخفض القدرة، من خلال إشارات لاسلكية تعمل على تنشيط الرقاقة الحيوية المزروعة، ويمكّن هذا التنشيط الرقاقة الحيوية من الرد بإرسال شفرة رقم التعريف إلى القارئ، بواسطة إشارات لاسلكية.

ويقوم القارئ بتضخيم الشفرة المرسلة إليه، ويحولها إلى شكل رقمى ثم يفك شفرة رقم التعريف ويعرضها على شاشة البللورات السائلة، فى شكل معلومات، وربما فى المستقبل القريب، لن يضطر المرضى إلى الذهاب لعيادة الطبيب للعلاج أو لعمل كشف طبى عام، وأيا كان مكان المريض، فسوف يكون بمقدور الطبيب معرفة أعراض مرضه، وإدخال الأدوية اللازمة فى جسمه، وذلك بإعطاء تعليماته من خلال الاتصال بالرقاقة الحيوية المزروعة فى مكان ما من جسمه، مثل أنسجة القلب أو الأوعية الدموية. ويمكن لهذه الرقائق السيطرة على المواد الكيميائية التى تحفز نمو الأوعية الدموية أو الدواء الذى يراد إطلاقه فى جسم المريض، وعند زراعة الرقاقة الحيوية فى

موضع إجراء عملية جراحية، يمكن للأطباء التأكد من وجود الدواء المخدّر لتسكين الآلام وبهذه الطريقة يخففون على المريض مشقة الإحساس بالآلام الشديدة التى تعقب إجراء العمليات الجراحية، ذلك أن الدواء المسكن يمنع نبضات الألم من الوصول إلى الأعصاب المجاورة، بحيث لا يكاد المريض يشعر بأى ألم، كما أن الرقاقة الحيوية المزروعة، تعد أداة تحذير، وتساعد على متابعة مستويات السكر فى الدم لمن يعانون من مرض السكّرى.

كذلك تعد الرقائق الحيوية مبشّرة جداً فى علاج السرطان، وإذا ظهر فى أى وقت دواء ضد السرطان، فبوسع العلماء تصميم رقاقة حيوية بالغة الضآلة، تحتوى على هذا الدواء، ويتناولها المريض عن طريق الفم - وتسمى حينئذ «روبوتا مجهريا» - بحيث تعمل مثل كبسولة، وتطلق هذا الدواء فى الجسم بالمعدل المطلوب، ويقول العلماء أن أدوات إطلاق الدواء فى الجسم سوف تتمكن من بث أفضل جرعة ممكنة، مما يزيد من فعالية الدواء ويقلل - فى الوقت نفسه - من «سميّته» إلى حد كبير.

ووفقاً لرأى الخبراء، فإن الرقاقة الحيوية المزروعة فى الجسم، والتى يبلغ طولها نحو سنتيمتر فيما لا يتجاوز قطرها ملليمترين، يمكن أن تحمل تاريخ حالتك الصحية وما يلزمك من رعاية طبية، أى أنها تحمل «حياتك الإلكترونية».



وإذا تصورنا مجتمعاً مستقبلياً، لا يتم التعامل فيه بالنقود، وأن الاقتصاد كله يتمحور حول الرقائق الحيوية المزروعة فى

الجسم، فسوف تظهر «سوق سوداء» هائلة لهذه الرقائق السحرية. ونظراً لعدم وجود نقود أو أى نظام آخر للمبادلة أو المقايضة، فإن المجرمين سوف يقطعون أيدى ورءوس الناس لسرقة رقائقهم «الثمينة»!

وهناك تحديات تقنية مهمة أمام صناعة الرقائق الحيوية، تغذى سباق التنافس الشديد فى مجال البحث والتطوير بهدف السيطرة على الأسواق، وذلك صحيح بوجه خاص فى تقنية «القراءة» لرصد وتفسير البيانات الخارجة من الرقائق الحيوية المزروعة فى الجسم، ولعل أهم المقتنيات الحديثة فى هذا المجال هو رسم خريطة بصرية لـ «دنا»، وهى تتضمن إطالة وتثبيت جزيئات (دنا) على شرائح زجاجية خاصة من أجل الإبقاء على خصائصها الكيميائية الحيوية.

وقد أظهرت هذه التقنية قابليتها لإعطاء معدل خرج عال من البيانات وتحليل للتسلسل الجينى عند دمجه مع أجهزة كمبيوترات مناسبة للكشف عن البيانات وتفسيرها بدقة بالغة.

يفخر المجال العلمى للرقائق الحيوية - الذى يتقدم بخطى سريعة - بإنجازاته المذهلة، خاصة فيما يتعلق بالتطورات

المستقبلية فى تقنية الرقائق الحيوية، التى سوف تمكننا من صنع وسائل وأدوات «منمنمة» تساعد على إجراء تحاليل فائقة الحساسية لتفاعلات حيوية بالغة الدقة، وفى أقل وقت ممكن وبتكلفة منخفضة للغاية، إلا أنه فى كل مرة تطرح فيها عملية تستخدم أو تعالج مكونات بيولوجية أو تؤثر إلى حد كبير فى الكائنات الحية (وخاصة الإنسان)، فإنه لابد من مواجهة بعض القضايا الأخلاقية الشائكة والنظر فيها بإمعان، فعلى سبيل المثال، هل يصح - من الوجهة الأخلاقية- استخلاص (دنا) من الإنسان بهدف التعرف على الأمراض الوراثية التى قد يعانى منها؟ وحتى بعد التعرف عليها، هل يصارح بها المريض مع ما قد يسببه هذا من تدمير نفسى له؟

وهل توفر قاعدة بيانات الوراثية إمكان إساءة استعمال هذه المعلومات من قبل أولئك الذين يأملون فى أن تعزز قاعدة البيانات الوراثية، وجهات نظرهم المتعصبة لفكرة معينة أو الإضرار بشعوب معينة (الفكرة الجينية المجنونة التى قالت بها إسرائيل)؟ وما هو مقدار الكيمياء العضوية التى يمكن وضعها

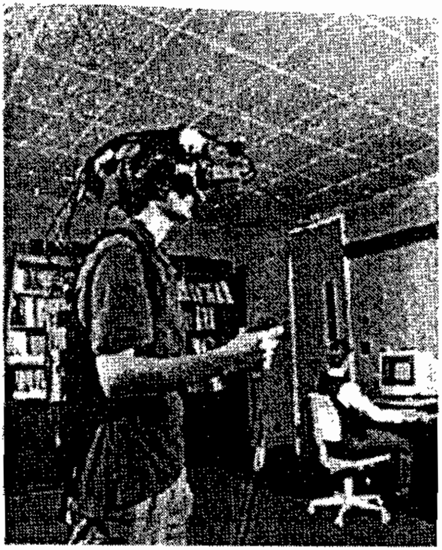
فى رقاقة حيوية، قبل أن تتمكن من خلق خطر بيولوجى يهدد الكائنات الحياة؟

وبالطبع لا يعرف أحد الإجابة عن كل هذه الأسئلة. لكن المؤكد أن الرقائق الحيوية سوف تقدم نفعاً هائلاً وخيراً كثيراً، وخصوصاً لصحة وسلامة كل إنسان.

ومجال هذا المقال يعجز عن بيان ما إذا كانت - أو لم تكن - الرقائق الحيوية أو قواعد البيانات الوراثية المعززة لها، معبرة عن إمكان استغلالها أو إساءة استخدامها للكائنات الحية من عدمه، بيد أن هذا موضوع مهم وخطير وتجدر مناقشته واستطلاع أبعاده وآفارقه وتداعياته، والرأى عندى أنه سيكون فى بؤرة البحث العلمى المستقبلى.

الواقع الافتراضى.. دمج الكمبيوتر والعالم الحقيقى

تخيل إنك تجلس أمام كمبيوترك الشخصى لترى نفسك تسير فى قاعات مبنى لم يتم بناؤه بعد، أو تصارع بعض الديناصورات المخيفة، أو تطير داخل محرك احتراق أثناء تشغيله، بل أكثر من ذلك، تخيل نفسك تسير فى غرفة داخل مبنى خيالى تماماً أو فوق أرض الأحلام أو محبوساً فى آلة زمن!



وكـل حركة تقوم بهـا، تغير من المشاهد المحيطة بك، كـل جسم خيالى تلمسه يقاوم بالفعل قبضـتك ويخلـق فـى يـدك إحسـاسـا مـا، هذا هو عـالم الواقع الافتـراضى (Virtual Reality).

ويقصد بالواقع الافتراضى محاكاة (Simulation) يقوم بها الكمبيوتر لفضاء مادى حقيقى أو خيالى.

وتبعًا للتقنية العلمية المتاحة، فقد يظهر لك هذا الفضاء على شاشة الكمبيوتر أمامك أو فى كل مكان حولك وفى هذه الحالة سوف تكون قادرا على سمـاع أصوات مجسمة «ثلاثية الأبعاد».. وعلى أن تلمس فعلاً الأجسام الخيالية التى حولك وتحس بها وتحركها. ويتحقق الواقع الافتراضى بكثير من الصـور والأشكال، وهذا المقـال يتناول الواقع الافتـراضى واستخداماته والأجهزة التى يمكن استعمـالها لتجسيده، وكذلك التطورات المستقبلية المتوقعة له.

أنواع الواقع الافتراضى

«الواقع الافتراضى» له استخدامات عديدة، يعتمد كل

منها على المستخدم نفسه ومستوى التقنية العلمية المتاحة، لكن بغض النظر عن الاستخدام، فإن بيئات الواقع الافتراضى تنتج عادة أحد الأنواع الثلاث التالية من الصور:

* محاكاة الأماكن الواقعية Simulation of Real Places فى هذا النوع من المحاكاة، ربما تجد نفسك فى حجرة مؤتمر افتراضى، تشبه تماماً حجرة أخرى موجودة بالفعل فى مكان آخر.

* محاكاة أماكن خيالية Simulation of Imaginary Places فى هذا النوع من المحاكاة ربما تجد نفسك تمتطى جواداً بجانب «هولاكو» أو تقاتل كائنات غريبة فى أعماق الكون.

* محاكاة أشياء حقيقية غير موجودة Simulation of Real Things that don't Exist: فى هذا النوع من المحاكاة، ربما تجد نفسك تسير خلال مبنى لم يتم بناؤه بعد. وبالطبع فإن المبانى أشياء حقيقية. لكن هذا المبنى لم يصبح حقيقة بعد. أو لعلك تجد نفسك «طائراً» خلال محرك سيارتك! ومرة أخرى فإن محركات السيارات أشياء حقيقية، لكنها ليست من نوع الأماكن التى تتوقع أن تجد فيها إنساناً!



وباستخدام تلك الأنواع المتباينة من المحاكاة. فإن الناس يستخدمون الواقع الافتراضى فى مواقف كثيرة مهنية وترفيهية مختلفة، وتشمل تلك الاستخدامات مايلى:

★ التدريب

إن محاكاة الواقع الافتراضى للقتال الجوى أو رحلات مكوك الفضاء أو المفاعلات النووية - على سبيل المثال - توفر مواقع تدريبية ممتازة منخفضة التكلفة وباستخدام تلك

البيئات الافتراضية، يمكن للمتدربين التدريب والتعليم، بدون تعريض أنفسهم أو الآخرين للمخاطر، وبدون تكبد نفقات بناء مرافق ومنشآت تدريب حقيقية.

★ الاتصالات

إن محاكاة الواقع الافتراضى للبيئات الموجودة، تمكنك من التحدث مع الناس الموجودين بها فى مدينة أخرى. فكر فى ذلك باعتباره الصورة المتكاملة للهاتف المرئى «هاتف الصوت والصورة المجسمة».

★ إدارة المستندات والمنشآت

Document and Facilities Management

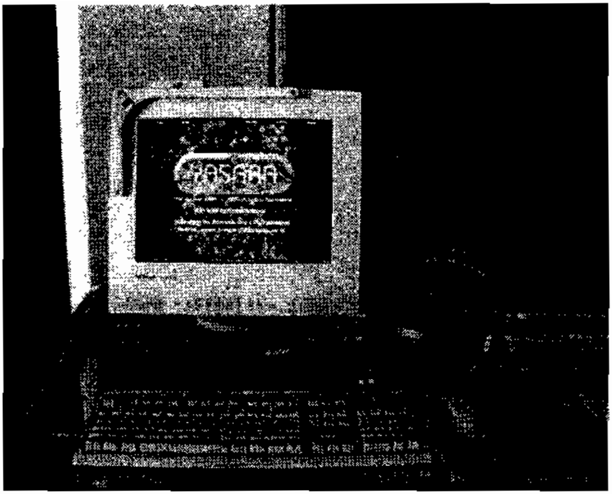
يتيح لك الواقع الافتراضى تسجيل المستندات الالكترونية بصرياً وباستخدام هذا النظام، يمكنك أن تنشىء نموذجاً افتراضيا لمصنع، ثم تضيف سجلات ودفاتر الصيانة لكل جهاز أو آلة بالمصنع.

★ التصميم

سوف يستفيد المصممون فى العديد من المهن والحرف المتباينة، بخلق نماذج وطرز أولية لمنتجاتهم الجديدة. ومن خلال إنشاء نموذج فى الواقع الافتراضى يستطيع المصمم معالجة الأخطاء التصميمية والإنشائية حتى قبل أن يتم الانتهاء من رسم تفاصيل أجزاء المنتج.

★ المتعة والتسلية

تعد ألعاب ومغامرات الواقع الافتراضى هى أقصى الممارسات الخيالية، يمكن للاعبين وهواة السياحة، أن يشاهدوا مواقع جديدة ومدهشة، بدون ترك الراحة والمتعة المتوفرين بمنازلهم وبالطبع فإن هذا مصدر جيد للهو والمرح، وخصوصا عندما تكون محاكاة الواقع الافتراضى لمكان ومغامرة غريبين لا يوجدا أبدا إلا فى الخيال. وعموما فبينما نجد أن أبا الهول الحقيقى أكثر متعة وسعادة أن تراه فى الواقع بدلاً من أن تشاهد محاكاة له، فإنه ليس أمامك أى مكان تذهب إليه، لترى تنينا طائراً!



قبل أن نتعمق فى الواقع الافتراضى أكثر من ذلك يجب أن نعرف القليل عن كيفية نشأة الواقع الافتراضى الحقيقة. لقد تم اختراع الواقع الافتراضى بالصدفة فى أواخر الخمسينيات من القرن العشرين، عندما ابتكر عرض الرسوم البيانية على شاشة الكمبيوتر.

لكن لم يبدأ التمويل الضخم للأبحاث فى مجال الواقع الافتراضى إلا فى السبعينيات، حيث أمكن إنتاج أنظمة حقيقية باستخدام الكثير من وسائل التحكم فى الكمبيوترات،

علاة على النماذج الفيزيائية Physical Models وكاميرات الفيديو والتليفزيونات، وتطورت فيما بعد تلك الأنظمة إلى الحد الذى أصبحت فيه الكمبيوترات تولّد وتعرض بالفعل صور الواقع الافتراضى. وفى النهاية تحولت تلك الأنظمة إلى المجال التجارى، ثم أخيراً إلى المنازل، حيث نحرك الآن ألعاب الفيديو بشكل رائع لم يسبق له مثيل.

التطورات الحالية

الواقع الافتراضى فى الوقت الحاضر على وشك أن تحدث له تطورات مستقبلية مذهلة، فبالاضافة إلى العرض التقليدى للواقع الافتراضى، الذى يتم بالكامل من خلال شاشة الكمبيوتر ثنائية الأبعاد. يمكنك أن تجد الآن عروضا للواقع الافتراضى لمستخدمين متعددين، حيث يتم بثها داخل «خوذة» Helmet يرتديها كل منهم.

وسوف تكون التقنيات المستقبلية للواقع الافتراضى فى أحد الأشكال التالية:

* على الشاشة: فى بيئة الواقع الافتراضى هذه، تعرض

صورة مجسمة «ثلاثية الأبعاد» على شاشة الكمبيوتر وبينما نجد أن هذا العرض مثير ومؤثر فعلاً، إلا أن المستخدم يكون دائماً خارج بيئة العرض مما يقلل من درجة «الواقع».

* العروض المركبة بالرأس Head Mounted Displays في محاولة «الغرس» المستخدم فى بيئة الواقع الافتراضى. ابتكر المصممون خوذات ونظارات لعرض صور مجسمة قريباً جداً من عينى المستخدم وتقوم صور الواقع الافتراضى تلك بالحجب التام للعالم الخارجى وخلق «وهم» Illusion بوجود عالم يحيط بالمستخدم تماما، وعندما يدير مرتدى الخوذة والنظارة رأسه، تخبر أجهزة المتابعة كمبيوتر الواقع الافتراضى بتغيير الصورة، مما يتيح للمرتدى بتغيير اتجاه نظره داخل البيئة الافتراضية بدلا من أن يظل محدقا مباشرة أمامه.

* الحجرات Rooms تحتوى تلك الحجرات الصغيرة - المسماة «بيئة الكهف الافتراضية التلقائية» Cave Automatic Virtual Environment، على أجهزة إسقاط وبث وتجسيم معقدة لخلق عالم افتراضى كامل. ويمكن للمستخدم المرتدى لخوذة ونظارة خاصة، أن يتحرك كما يشاء داخل الحجرة

وحتى يستطيع أن يحرك الأجسام بواسطة عصا مزودة بمعدات إلكترونية.

الملابس

بدأ الخبراء فى تصميم ملابس خاصة بالواقع الافتراضى وهذه الملابس، مثل وسادات الصدر والقفازات - توفر بالفعل تغذية مرتدة، Feedback تلامسية، عندما تلمس أى جسم افتراضى حولك.

اللمس والإحساس الآلى Haptics

يبذل الخبراء أقصى جهودهم لتصميم ملابس الواقع الافتراضى، وبتعبير أكثر دقة إنهم يعكفون على دراسة كيفية إضافة حاستى اللمس والإحساس للكمبيوتر، وبوجه خاص فهم يحاولون صنع قفازات خاصة وأنواع أخرى من الملابس، تعطى المستخدم الإحساس الحقيقى بلمس أجسام الواقع الافتراضى.

وبواسطة تلك الأدوات يمكنك أن تحس بدفعة مقود قيادة

الطائرة فى يديك أثناء «طيرانك» أو باهتزاز عجلة قيادة السيارة وأنت تعبر بها المطبات فى الطريق الافتراضى الذى تنطلق فيه.

وفى النهاية سوف تمكنك هذه المنظومة System من التفاعل التام مع بيئة واقعك الافتراضى،ومع باقى المستخدمين داخل حدود تلك البيئة المحيطة بك. فعلى سبيل المثال،يمكن أن تصافح أى شخص أو تلعب التنس، بحيث تشعر بتأرجح المضرب وقوة دفعه للكرة.

الواقع الافتراضي في المنزل

فى الوقت الحالى تتكلف أكثر معدات الواقع الافتراضى متعة وإثارة، مبالغ طائلة. ومع ذلك فبوسع مستخدمى المنازل ممارسة أكثر أنواع الواقع الافتراضى إقناعا باستخدام معدات رخيصة للواقع الافتراضى بالإضافة إلى كمبيوترهم الشخصى المنزلى، فمثلا يمكنك شراء خوذة الواقع الافتراضى، التى توفر لك رؤية «بانورامية» من جميع الزوايا، وصوتا مجسما بالإضافة إلى جهاز متابعة لحركة رأسك. ومقود طائرة أو عجلة قيادة السيارة، ومعدات التغذية المرتدة، وكذلك إحدى

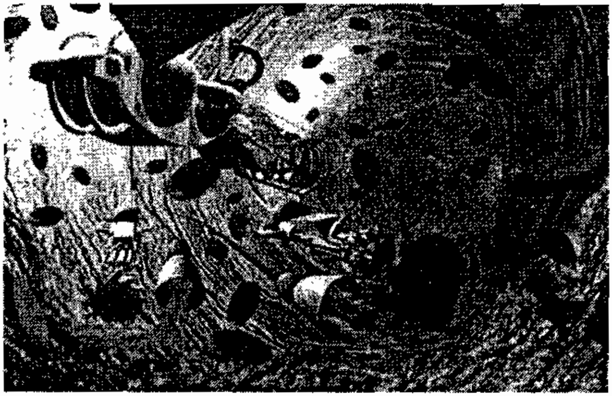
ألعاب الواقع الافتراضى كل هذا بمبلغ معقول لا يرهق ميزانيتك.

وبمجرد إتمام تركيبات الأجهزة والبرمجيات لديك بالمنزل، تكون قد حصلت على بيئة الواقع الافتراضى التى تريدها فى بيتك.

برمجيات الواقع الافتراضي

بالإضافة إلى الخوذات والقفازات وشاشات الكمبيوتر - وغير ذلك من الأجهزة والمعدات التى تلزمك للاستمتاع بالواقع الافتراضى - فإنك تحتاج أيضا إلى برمجيات Sofware.

وهذه البرمجيات تتكون من نموذج Model للواقع الافتراضى وبرنامج عرض Viewer. وبرنامج العرض - سواء كان برنامجاً مستقلاً بذاته أو مستقبلاً من الإنترنت - يقوم «بترجمة» نموذج الواقع الافتراضى إلى صور مرئية ويعرضها على شاشة الكمبيوتر، وإلى أصوات عبر سماعتى الأذنين اللتين ترتديهما.



ونموذج الواقع الافتراضى ذاته قد يأتى فى شكل لعبة أو يتم الحصل عليه من موقع للإنترنت، وعلاوة على ذلك هناك كثير من الشركات التجارية تبيع عبوات تجارية ذات تصميم مجسم، مثل برنامج «ستديو ماكس ثلاثى الأبعاد» لخلق نماذج للواقع الافتراضى لمكاتبهم ومنتجاتهم.

وكل تلك النماذج - سواء كانت صوراً لحيوانات أو مبانى - تصنف محتوياتها بواسطة لغة خاصة بالواقع الافتراضى يطلق عليها (VRL). وتمكّن هذه اللغة مصمم

الواقع الافتراضى من وصف الأجسام الموجودة فى البيئة الافتراضية، وتحديد كيفية تعاملها مع أو تأثيرها فى بعضها البعض فى مجال الواقع الافتراضى.

مستقبل الواقع الافتراضى

إن مستقبل الواقع الافتراضى رائع للغاية، إذ يجرى حالياً تطوير حجرات الواقع الافتراضى المتنقلة – والتى يطلق عليها «كهوف» Caves – بحيث يتوفر فى السوق التجارى، الواقع الافتراضى الرخيص نسبياً. فإذا راقت هذه المنتجات للناس وانتشرت بينهم فإن أسعارها سوف تنخفض.

كذلك يتوقع الواقع الافتراضى، المزيد من التطورات فى مجال اللمس الآلى، التى سوف تقود إلى خلق بيئات استغراق تام وحجب كامل عن كل ما هو حولك، وحيث يمكنك فيها أن تلمس أجساماً افتراضية وتحس بها وتحركها كما لو كانت حقيقية، إن الواقع الافتراضى هو تكنولوجيا المستقبل.

المواد الذكية.. تكنولوجيا المستقبل

لا ريب أن العقد الأول من القرن الواحد والعشرين يشهد بزوغ عصر جديد يتعلم فيه العلماء من المنظومات الحيوية Biosystems بهدف ابتكار وصنع المواد الذكية Smart Matevials وسيؤدى نضج الكثير من العلوم والتكنولوجيات المستقبلية المرتبطة بها، واندماجها مع بعضها البعض، إلى تغذية السعى الدائب للبشرية نحو تصنيع مواد تفوق قدراتها بالفعل تلك القدرات التى تمنحها لنا الطبيعة الأم. والرحلة خلال هذه القفار العلمية المجهولة يبدو أنها ستكون مثمرة ومثيرة وجديرة بكل جهد يبذل فى سبيلها.. إنها إحدى تكنولوجيات المستقبل.

لقد وصل عمر المواد الاصطناعية إلى منتهاه تقريبا، إثر تزايد احتياج البشرية للمواد التى تتميز بالأداء الفائق، الذى اقترن أساسا بالدأب نحو غزو آخر حدود الفضاء. ويقترن هذا العصر ويعتمد على ثروة تكنولوجية تجمع بين طياتها فوائد كثيرة من التكنولوجيات الجديدة مثل التكنولوجيا الحيوية Boiotech-nology وتكنولوجيا الهندسة الحيوية Bioengineering التى

تتضمن تطوير منظومات اصطناعية باستخدام المعلومات المستقاة من المنظومات الحيوية والتكنولوجيا النانوية Nanotechnology التى تتضمن استخدام مبتكرات فى حجم الجزيئات كمكونات فى آلات جزيئية، لا ترى إلا بالمجهر. وهذه التكنولوجيات سوف تشكل الجهاز العصبى والمخ والعضلات لجيل كامل من المواد المتطورة ومكوناتها. والمؤكد أن القفزة الضخمة فى تكنولوجيا المواد سوف تحدث ثورة فى المستقبل بطريق يفوق تأثيرها بكثير، ما أحدثته الرقاقات والدوائر الالكترونية المتكاملة، فى التقدم العلمى الذى نشهده فى حياتنا الحاضرة.

فما هى المواد الذكية؟

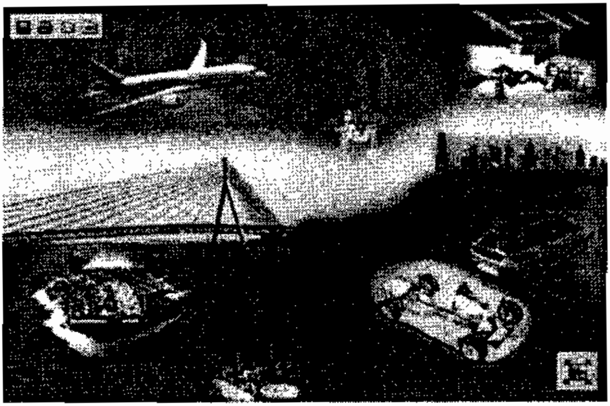
يمكن تعريف المواد الذكية بأنها تلك القادرة على الإحساس والتجارب مع البيئة المحيطة بها، بالطريقة المطلوبة المحددة من قبل. ويتحقق هذا الهدف من خلال التكامل بين عناصر مختلفة مدمجة بهذه المواد مثل أجهزة الإحساس Sensors والمعالجات Processors والكمبيوترات الدقيقة.

وفي هذه النوعية الجديدة من المواد الذكية تعطى شبكة أجهزة الإحساس «المنظومة العصبية»، لمتابعة المؤثرات الخارجية والاتصال بها. أما مجموعة المعالجات فتقوم بتغيير خصائص المواد الذكية بطريقة تتحكم فيها، بالتعاون مع منظومات للتغذية المرتدة Feedback وتهيئ القدرات الحسابية المستقاة من الكمبيوترات تلك، «العقول» التى تضمن أفضل أداء للنظام الشامل، فى وجود مؤثرات مختلفة وغير متناسقة، وذلك بمعالجة البيانات الكترونيا.



وسيكون للمواد الذكية القدرة على تنفيذ وظائف معينة «بذكاء صناعى» artificial Intelligence استجابة للتغيرات فى المؤثرات البيئية، بحيث تحقق نوعا من التوازن الداخلى. مثل ميل أى كائن حى للحفاظ على التوازن الداخلى الطبيعى، عن طريق الاستجابات المنظمة لأجهزته التى تتأثر وتستجيب تلقائيا للتغيرات المحيطة بها.

وقد تدمج فى المواد الذكية شبكة معلومات Information Network تكون وظيفتها هى التنسيق المنظم لنقل المعلومات بين أجهزة الإحساس ومعالجات البيانات بهدف تحقيق الاستجابة المطلوبة. وتعمل وظيفة حفظ الطاقة على تدبير الطاقة اللازمة، لتشغيل وظائف الأجهزة المدمجة فى المواد الذكية. إما باستخدام مصادر الطاقة فى البيئة المجاورة، كدرجة الحرارة أو من مصادر الطاقة داخل المواد الذكية نفسها،وكذلك ربما يكون من الضرورى فى تلك الحالات أن تؤدى المادة الذكية وظيفة حفظ الطاقة إذا كان شكل الطاقة، الواردة من البيئة مختلفا عن الشكل المطلوب للتشغيل أو المعالجة.



المنظومات الحيوية.. والمواد الذكية

إن القـدرات التى سـوف تطلب من المواد الذكـيـة فى المستقبل تستلزم تقدما ملموسا فى نواح تكنولوجيا مختلفة، فعلى سبيل المثال، إن أى تقدم فى التكنولوجيا النانوية سوف تتيح لأول مرة للمصـممين، الحرية فى استخدام الذرات والجزيئات المنفـردة واحـدة وراء الأخـرى، فى تصنيع المواد الذكية وقد أدت دراسة المنظومات الحيّة فى الإنسان إلى قيام المهندسين وعلمـاء المواد بمحاكـاة هذه المنظومات، حيث

يمكن صنع أعضاء اصطناعية نموذجية لجسم الإنسان، لتحسين نوعية ومدى الحياة ولتخفيف معاناة البشر.

إن إمكانية إنتاج مواد جديدة من خلال أبحاث المحاكاة الحيوية، سوف يكون لها تأثيرات هائلة على العمليات التكنولوجية فى عشرات السنين القادمة، حيث وضع هذا المدخل غير التقليدى إنتاج وتطوير المواد فى بؤرة الاهتمام. وفيما يلى بعض خصائص المواد الذكية التى استمدت من المنظومات الحيوية للكائنات الحية.

* الإصلاح الذاتى:يجب أن تكون المواد الذكية قادرة على أن تقوم بوظائف الإصلاح الذاتى المناسبة بغية ترميم أجزائها التالفة التى سببتها الظروف البيئية.

* التنبؤ: تتصف أنواع المواد الذكية بالقدرة على الاستجابة الملائمة للظروف البيئية المتغيرة، بالاستفادة من البيانات المستقاة من الخبرات السابقة والتعلم. وتبدى المواد الذكية قدرات على التعلم، بواسطة أجهزة الإحساس والمشغلات المدمجة بها، لكى تستجيب بشكل أفضل للمؤثرات

الخارجية من خلال إعادة تجميع التأثيرات السابقة التى تتضمن معلومات ومعالجة للبيانات.

* التشخيص الذاتى: تمتلك أنواع المواد الذكية قدرات على التشخيص الذاتى للمشاكل والتدهورات والاختلالات والأخطاء التقديرية، وذلك بمقارنة أدائها الحالى بالسابق. وذلك حتى تتمكن من الرقابة وتحديد تأثير أى منطقة تالفة بها بهدف التحقق من مدى قدرتها على أداء وظائفها.

* التغذية المرتدة: تعتمد حالة الاستقرار الداخلى لبقاء المواد الذكية، على استخدام التغذية المرتدة بهدف إنشاء الظروف والوظائف المطلوبة حيث يتم التنسيق بين أجهزة الإحساس والمشغلات ومعالجة البيانات، مما يسمح للمواد الذكية بأن تغير بشكل تلقائى من سلوكها استجابة للظروف البيئية المختلفة.

تطبيقات عملية حالية... ومستقبلية

إن ذكاء المادة - من وجهة نظر الإنسان - يشمل الظروف التى تستخدم فيها هذه المادة، وتأثيراتها على البيئة المحيطة بها. وعلى ذلك يجب أن يتم صنع أجيال جديدة من

المواد الذكية بحيث تتآلف مع البيئة وتحقق أفضل استغلال للموارد الاقتصادية.

ومن المتوقع أن هذه النوعيات المختلفة من المواد الذكية ومتطلبات التكيف المستمر، التى تمليها الظروف البيئية المتغيرة. سوف تحتاج إلى تنفيذ استراتيجيات جديدة للتصميم من أجل التصنيع، وذلك لتحقيق إنتاج هذه المواد الذكية وتوفير التنسيق الواعى لها والاندماج الممكن لوظائف الإحساس والتشغيل ومعالجة البيانات، ومن أجل أن تفى هذه المواد بواجباتها الكثيرة فى مجالات مستقبلية متعددة منها:

* المواد الإنشائية: إن المواد الذكية التى يمكن أن تستخدم عبر مدى واسع من درجات الحرارة التى تصل إلى معدلات عالية جدا، يجب أن تتصف بخاصيتى التكيف الذاتى والتوافق البيئى، اللتين تتضحان من خلال قدرتها على تقبل تغير تركيبها الداخلى وهوما قد تمليه الظروف البيئية الحرارية الخارجية، كما فى المركبات الفضائية. وهناك أنواع أخرى من المواد الذكية سوف تكون قادرة على وضع حد لحالات العطل أو التلف فى الطائرات، ووسائل النقل الأخرى عن طريق أداء

وظائف التشخيص والإصلاح الذاتي، وإبلاغ المشغل بحالتها أولا بأول.

* المواد الكهربائية: يمكن توفير الاستقرار الداخلي في المواد الكهربائية، التي تتميز بالقدرة على تنظيم مقاومتها تبعا لدرجة الحرارة المحلية المحيطة، ومن ثم يمكن الإبقاء على مقدار التيار الكهربائي الموصّل عند أفضل قيمة ممكنة.

* الأدوية والأعضاء الاصطناعية: يجب أن تتميز المواد الذكية الحيوية التي تزرع في جسم الإنسان،بخاصتي الانحلال الذاتي والنمو. فالعظام الاصطناعية على سبيل المثال تستخدم هاتين الخاصتين في تقليد سلوك العظام وهي مواد حيوية معقدة.

* المواد الغذائية: سوف تستفيد صناعة تجهيز المواد الغذائية إلى حد كبير من مواد التغليف الذكية الرقيقة، التي تتصف بخصائص التكيف مع البيئة والقدرة على الاستجابة للظروف المتغيرة. ومواد التغليف هذه لن تمتلك فقط القدرة على التحكم المثالي في انضاج الخضراوات – على سبيل المثال – بالتحكم في معدل تصاعد غاز الاثيلين Ethylene بل

يمكنها التنبؤ بأنسب وقت لاستهلاك المنتج بحيث يكون فى قمة نضجه.

* الإسكان: ستحدث المواد الذكية المستخدمة فى الإنشاءات المعمارية تقدما ملحوظا فى مجال الإسكان، خاصة تلك المواد التى تتغير موصلاتها الحرارية ومسمياتها، تبعا لتغير درجة الحرارة والرطوبة. ومن ثم سوف تهيىء هذه المواد بيئة مناسبة ومريحة فى المنازل والمكاتب، من خلال استغلال قدرات المواد الذكية فى التكيف والانسجام مع البيئة المحلية الخارجية والاستفادة من التغذية المرتدة.

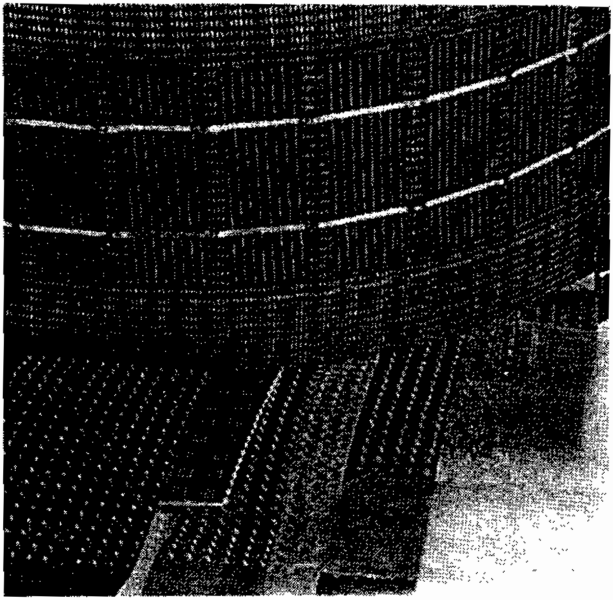
* الملابس: تتمكن الأقمشة المصنوعة من المواد الذكية أن تغير من لونها وشكلها ورائحتها طبقا للحالة المزاجية لمن يرتديها، بل أنها سوف تتكلم قريبا!! وتستجيب هذه الأقمشة الذكية لكل احتياجات الجسم فى كثير من الحالات بشكل أكثر كفاءة من نظائرها من الأقمشة الطبيعية.

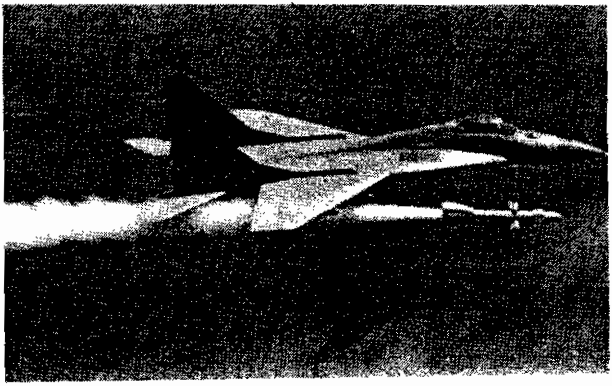
فبعض الأقمشة تتحكم فى درجة حرارة جسم المرتدى لها من خلال فتح وغلق مسامها، كما يحدث فى مسام الجسم تماما. ويتم هذا عن طريق تعليق «فقاعات» دقيقة جدا

على طول خيوط الأقمشة مملوءة بصبغات حساسة للحرارة أو الضوء، حيث تتفاعل وتستجيب للبيئة الخارجية.

وهذه الأقمشة «ذكية» فعلا أى حسنة المنظر وفى نفس الوقت بارعة، فهى تغير لونها لحمايتك من الأشعة فوق البنفسجية الضارة. وقد تطلق رائحة جميلة تحبها ولا وجود للبقع فى هذه الأقمشة، لأن السوائل غير المرغوب فيها تنساب مبتعدة عن الأقمشة الذكية المغطاة بطبقة من التفلون Teflon، وهى نفس المادة التى تبطن بها أوانى الطبخ لتمنع التصاق المواد بها عند التسخين.

وتتضمن الأقمشة الذكية خطوطا لها «ذاكرة»، أى يمكنها دائما أن ترجع إلى شكلها الأصلى. كما يمكن دمج الألياف الضوئية الدقيقة فى هذه الأقمشة، مما يفتح الباب أمام إمكانات جديدة للتصميم لا نهاية لها. كذلك قد يخلط مسحوق خزفى ومطاط مع الراتنجات المخلقة Synthetic Resins (مواد ذات جزيئات كبيرة تحضر معمليا وتصنع منها اللدائن العازلة للكهرباء)، من أجل إنتاج ملابس واقية تشبه الجلد.



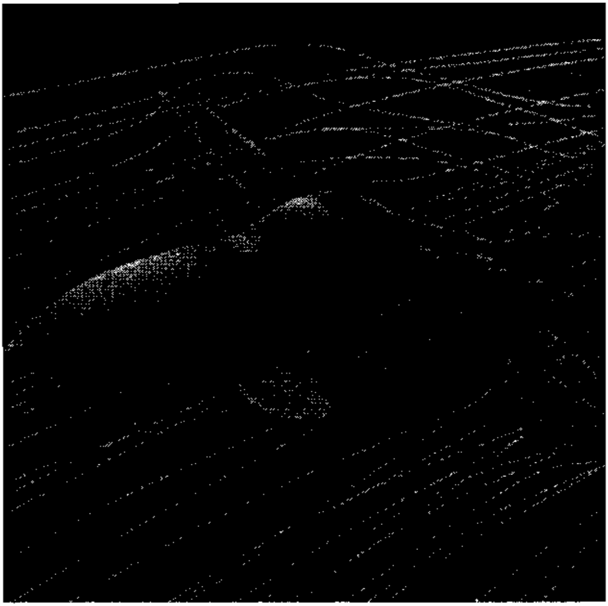


الديناميكا الهوائية

إن مصطلح «علم الديناميكا الهوائية» AERODYNAMICS ، يجعل المرء يفكر على الفور فى خط إنتاج سيارة سريعة أو طائرة فوق صوتية SUPERSONIC. لكن فى هذا المصطلح العلمى ما هو أكثر من ذلك، إذ أن علم «الديناميكا الهوائية» هو اسم علم يعنى بدراسة حركة الهواء حول أو داخل أى جسم.

وربما يكون هذا الجسم ثابتا – وأحد أمثلة ذلك: الجسر الذى يلزم تشييده فى مكان تهب فيه رياح شديدة – أو قد يكون الجسم متحركا خلال الهواء فى مدى معين من السرعة مثل مظلة الهبوط من الطائرة أو القارب الشراعى أو ريش مراوح الطاحونة الهوائية، التى تستخدم فى الوقت الحاضر كمصدر للطاقة النظيفة ويطلق عليها «مزارع رياح» WIND FARMS.

وكذلك يختص علم الديناميكا الهوائية بحركة الهواء داخل الأجسام، ومن ثم فإنه بالغ الأهمية فى صناعة المضخات وضواغط الهواء ووحدات التهوية والمحركات النفاثة.



التغلب .. على مقاومة الهواء

علم الديناميكا الهوائية لا يوضح لنا فقط كيف نتغلب على مقاومة الهواء -كما نرى فى انطلاق سيارة السباق أو وضع المتزحلق على الجليد - أو كيف نقاوم قوة الهواء، ويبدو هذا واضحا فى الجسور وناطحات السحاب. ولكن يبين لنا هذا

العلم أيضا كيف نستخدم قوة الهواء، وهذا ما يحدث ولو بطرق مختلفة، فى المحركات النفاثة والمضخات وطواحين الهواء والقوارب الشراعية.

والطائرة هى أكثر الأمثلة إثارة واكتمالا، لأنها تشتمل على الجوانب المتباينة لعلم الديناميكا الهوائية، فالطائرة تستفيد فعلا من حركة الهواء على أجنحتها، لكى تظل محمولة فى الهواء، كما أنها تستخدم الهواء لتحريك نفسها من خلال عمل المراوح أو المحركات النفاثة.

وفى نفس الوقت على الطائرة أن تتغلب على مقاومة الهواء لكى تزيد من سرعة طيرانها، وليس هذا كل ما فى الأمر. فإذا حدث خلل بالطائرة وهبطت إضطرارياً على الأرض، فسوف تستغل نفس هذه المقاومة للهواء كوسيلة انقاذ، ويمكن أن يستخدمها الطيار لإنقاذ نفسه بالهبوط ببطء بالمظلة، خاصة فى الطائرة الحربية.

إذن فإن علم الديناميكا الهوائية علم عام وبالغ التعقيد، فهو لا يدرس فقط حركة الهواء، ولكن أيضا أية غازات، وهناك علم

مماثل هو علم «ديناميكا الموائع» HYDRODYNAMICS الذى يدرس حركة الماء والسوائل.

علينا الآن محاولة الوصول إلى فهم أفضل للمشاكل المرتبطة بالسرعة فى الهواء، إذ كيف يحدث أن الهواء الذى لا نستطيع رؤيته - ويبدو أنه يتكون من لا شىء - يقاوم حركة الأجسام؟ الواقع أن النطاق الذى يحيط بسطح الأرض مباشرة ليس خاليا وليس متكونا من لا شىء. ولكى نصل إلى الفضاء «الخالى»، يجب أن نسافر لمسافة أربعمائة كيلومتر على الأقل من سطح الأرض، خلال طبقات من الهواء تصبح أقل كثافة كلما ارتفعنا فى الغلاف الجوى.

أى أن الهواء يتكون من شىء ما، فهو خليط من غازات كثيرة: النيتروجين والاكسوجين ومقادير قليلة من غازات أخرى وكذلك الغبار. والغبار - الذى نراه أحيانا بالعين المجردة عندما يدخل ضوء الشمس إلى الحجرة - يتكون من قليل جداً من كل شىء: فتات من التربة تحملها الرياح، قطرات دقيقة من الماء، كائنات مجهرية، غبار كونى يصل من أعماق الفضاء، أبخرة وغازات احتراق من مداخن المصانع، وأنابيب العادم من السيارات.

وبالطبع فإن تركيب هذا الخليط يتغير من مكان إلى آخر ومن وقت إلى آخر. ولكن حتى عندما ينعدم الدخان أو الضباب، ويكون الهواء نقيا نسبيا - ولكن ليس نقيا تماما - فإن الغازات الموجودة فيه تحتوى على جزيئات MOLECULES نستطيع أن نتخيل أنها عـدد كبير مـن الجسيمات الدقيقة العالقة فى الفضاء. ولهذه الجزيئات قوتها الذاتية التى نلاحظها عندمـا تشتد الرياح أو عندما نخرج يدنا من سيارة منطلقة بسرعة.

وعلاوة على حساب الظواهر الديناميكية الهوائية نظريا، يمكن ملاحظتها فى ظروف عملية فى أنفاق هواء خاصة. وتقوم مروحة ضخمة بسحب الهواء داخل النفق، محدثة تيارا أو اندفاعا هوائيا، يشبه ما يواجه الجسم المطلوب فحصه، مثلا سيارة أو نموذج لطائرة. وباستخدام الأجهزة والمعدات المناسبة، يمكن التحقق مما إذا كان شكل الجسم متفقاً مع أسس الديناميكا الهوائية أم لا.

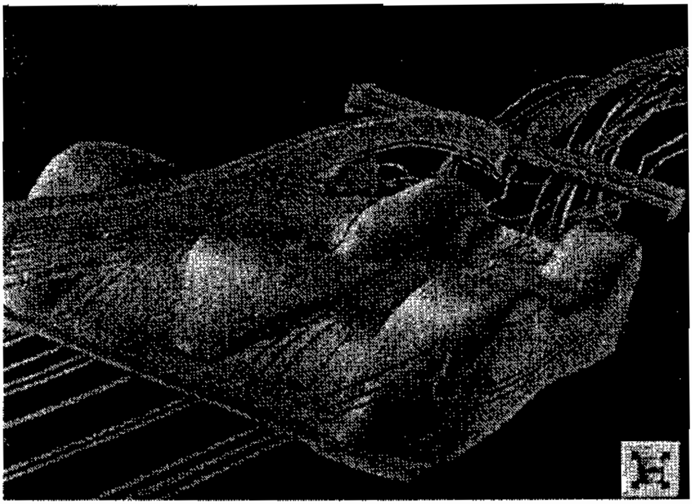
إن الحركة خلال الهواء تشبه محاولة المرء لشق طريق وسط سحابة من الجسيمات، فإذا تحرك المرء ببطء، تبتعد

الجسيمات برقة عن طريقه ومن ثم لا يجد أى صعوبة، لكن تدريجيا مع ازدياد سرعته، لا يتوفر الجسيمات الوقت اللازم لابتعادها جانبياً، وعندئذ يضطر هذا الشخص لدفعها، لكى يتقدم إلى الأمام.

هذه هى النقطة التى يصبح عندها الشكل «الديناميكى الهوائى» هاماً، وخصوصاً إذا كنا لا نود تبديد الكثير من طاقتنا فى شق طريقنا إلى الأمام فالحربة– على سبيل المثال – تخترق الهواء بسهولة أكثر، مما يحدث لطوبة لها نفس الوزن وتقذف بنفس القوة، ونتيجة لذلك ينطلق الرمح لمسافة أبعد من الطوبة.

والشكل الديناميكى الهوائى، القادر على اختراق الهواء تزداد أهميته كلما زادت السرعة، ولكى نترجم واحدا من أهم الديناميكا الهوائية، إلى كلمات بسيطة، نقول أن مقاومة الهواء لا تزيد فقط وإنما تتضاعف مع السرعة. وبالتعبير الرياضى فإنها تزيد تبعا لمربع السرعة، ومعنى ذلك أنه عندما تتضاعف السرعة، فإن مقاومة الهواء للحركة لا تتضاعف، وإنما تصبح أربعة أضعاف، وعندما تزداد السرعة ثلاث مرات، تزيد مقاومة الهـواء تسع مـرات. وهكذا يمكن توضـيح ذلك بمقـارنة

سيارتين متشابهتين، أحداهما تسير بسرعة أربعين كيلو متراً فى الساعة والأخرى بسرعة مائة وعشرين كيلومترا فى الساعة. السيارة الثانية أسرع ثلاث مرات من السيارة الأولى، ولكنها سوف تواجه مقاومة هوائية تعادل تسع مرات تلك التى تواجهها السيارة الأولى.



السرعات .. فوق الصوتية

فى الحقيقة، أن الحسابات المستخدمة لقياس المقاومة الديناميكية الهوائية DYNAMIC AIR RESISTANCE بدقة عند السرعات المختلفة أكثر تعقيداً من ذلك، إذا يجب أن ندخل فى حسابنا كثافة الهواء، التى تتوقف على الإرتفاع ودرجة الحرارة وشكل أبعاد المركبة، وكثيراً من العوامل الأخرى وخصوصاً فى حالة تصميم الطائرات الحديثة.

ومن السهل فهم تأثير الأرتفاع، فكلما صعدنا لمسافة أكبر زاد تخلخل الهواء (أى انخفض ضغطه)، لأن الجزيئات تصبح أكثر تناثراً وتفرقا ومن ثم يصبح اختراقه أكثر يسرا، وفيما بعد الغلاف الجوى يختفى الهواء تقريبا، ومعه مشاكل الديناميكا الهوائية كلها. ولذلك نجد فى الرحلة الفضائية فرقا كبيرا بين شكل الصواريخ الحاملة للمركبات الفضائية - التى يتعين عليها اختراق الغلاف الجوى - وتلك المركبات التى تطلقها فى الفضاء، وعلى الرغم من أن هذه المركبات الفضائية تسافر بسرعات عالية جداً، فإنها يمكن أن تأخذ أى شكل، لأنها تنطلق خلال فضاء خالٍ.

ومن ناحية أخرى، ففى الغلاف الجوى - وحتى على ارتفاعات كبيرة حيث تقل كثافة الهواء - نجد أن مشاكل الديناميكا الهوائية متعددة فى السرعات العالية للطائرات الأسرع من الصوت، ففى مثل هذه الظروف تكون تأثيرات الهواء كبيرة جداً بحيث إن الطائرة سيئة التصميم يمكن أن تتحطم وتتفتت، وحدث ذلك فعلاً فى الماضى.

وعند السرعات فوق الصوتية، لا يكفى العناية بالأشكال الديناميكية الهوائية المثالية، إذا لابد أن تكون جميع الأسطح ناعمة ومصقولة، بحيث ينساب الهواء عليها بسهولة ويسر. وكذلك يجب أن تتحمل المواد الحرارة الشديدة. لأن الاحتكاك المتولد من إحتكاك جزيئات الهواء بالأجنحة وجسم الطائرة، يسبب زيادة كبيرة فى درجة الحرارة، بحيث أن بعض أجزاء الطائرة قد يسخن لدرجة الإحمرار!

الحاجز الصوتى.. وموجات الصدمة

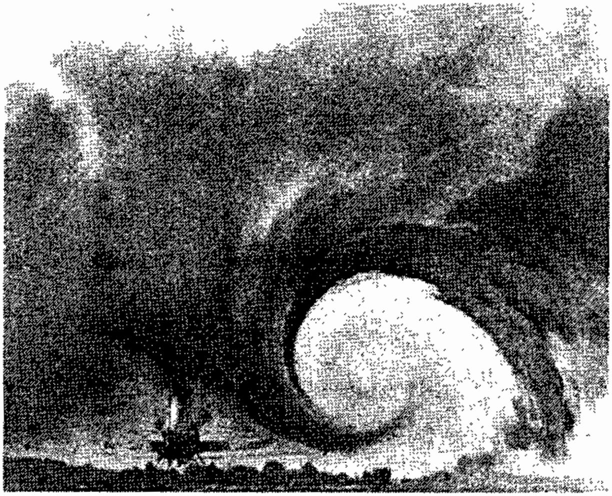
عند سرعة الصوت التى تبلغ نحو ١١٨٦ كيلو متراً فى

الساعة، تحدث ظاهرة غريبة لقد اتضح لنا فيما سبق، أن السيارة المتحركة لابد أن تشق طريقها وسط سحابة من الجزيئات والغبار، والسهولة التى تفعل بها ذلك تعتمد على سرعتها، لأن هذه السحابة تبدأ فى الابتعاد عن طريقها، قبل وصولها مباشرة، والجزيئات التى تدفعها السيارة ترسل نوعاً من الانذار فى شكل موجة ضغط إلى الجزيئات التى فى الأمام.

لكن حيث أن هذه الموجة تتحرك بسرعة الصوت، فإن الطائرة الأسرع من الصوت تلحق بها وتسبقها، أى أنها تضرب الهواء فجأة، وبدون أن تعطيه الوقت لكى يستعد لافساح الطريق للطائرة، وتسمى هذه الظاهرة «الحاجز الصوتى» SOUND BARRIER وهناك ظاهرة غريبة أخرى تحدث نتيجة لذلك، تسمى «الدوى الصوتى»، لأنه على سطح الأرض يسمع انفجار عندما تخترق الطائرة حاجز الصوت، والحقيقة أنه لا يحدث أى انفجار، والذى يحدث أنه على المقدمة والجناحين - حيث ينساب الهواء على الطائرة بشكل أكثر «دوامية» WHIRLING - تتكون موجات من الهواء

المضغوط تسمى «موجات الصدمة» SHOCK WAVES وعندما ترى احدى هذه الموجات خلال الهواء وتصل إلى آذاننا، فإنه يحدث زيادة فـي الضغط ويبدو كما لو كان إنفجاراً!

إن علم الديناميكا الهوائية أحد علوم المستقبل، والذى يتم استخدامه عند تصميم السيارات الحديثة والطائرات النفاثة والصواريخ والمركبات الفضائية، وذلك لتحقيق وفر فى الوقود وكفاءة عالية للتشغيل.



الذكاء الصناعى.. هل يمكن للآلة أن تفكر؟

إن الآلات التى يمكنها أن «تفكر» لنفسها – فى إطار ما يطلق عليه «الذكاء الصناعى» Artifial Intelligence ليست حديثة لأن تعبير الذكاء الصناعى كان أول من اطلقه عالم الرياضيات «جون كارثى» عام ١٩٥٦ .

وفى الوقت الحاضر توجد عشرات الطرق لتطوير كمبيوتر «ذكى» فعلا، من بين الروبوتات التى على شكل حشرات والتى يمكنها أن «تتعلم» مهاما بسيطة، مثل تفادى الاصطدام بالجدران وكذلك تمكن العلماء من بناء الحياة الصناعية Artifical Life بواسطة برامج كمبيوترية متطورة فما هو مستقبل الذكاء الصناعى فى القرن الواحد والعشرين؟

الخلايا العصبية .. الصناعية

أيا كانت الطريقة لتطوير كمبيوتر يمكنه أن يفكر لنفسه، فهناك مدخلان فى هذا الموضوع. يقول بعض العلماء النظريين أن الحل يكمن فى المكونات المادية للكمبيوتر Hardware

(التى تشمل الدوائر الالكترونية والمعدات الكهربائية والميكانيكية وما إليها) إذ يمكن تصميم كمبيوترات ذكية على غرار نموذج شبكة عصبونات المخ Network of Neurons، وهى مجموعة الخلايا العصبية التى تنقل وتستقبل وتعالج Process المعلومات.

لكن بالنسبة للباحثين فى مجال الذكاء الصناعى فإن الإجابة تكمن فى فهم كيف يفكر الناس، وليس فقط التعرف على التشغيل الميكانيكى للآلات. فإذا أمكن إدراك ذلك يكون ممكنا كتابة برامج الذكاء الصناعى للكمبيوترات الموجودة.

ويتميز مؤيدو الشبكة العصبية الصناعية بأن بداية الطريق يكون ممهداً أمامهم، لأننا نعرف جيدا بالفعل كيف يعمل المخ كيميائيا أكثر من فهمنا لعمله «العقلى». وتقوم العصبونات (الخلايا العصبية) بتحريك المعلومات من خلال إثارة وتنبيه عصبونة مجاورة أو أكثر، محولة الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية ثم بالعكس مرة أخرى، عند استقبال المعلومات.

ومن المعروف أنه يعمل لدى الإنسان عدد لا يحصى من

الشبكات العصبية تلقائيا فى كثير من المسارات المتوازية، مما يمكّن المخ من حل أى مشكلة بسرعة من خلال مشاركة العديد من وحدات المعالجة Processing Units فى حلها.

لكن لسوء الحظ فإن الكمبيوترات الحالية لا يوجد بها سوى عدد محدود من المسارات بين عدد قليل من مكونات التشغيل Working Components وتحاول الكمبيوترات الشخصية تجنب ذلك بإطلاق البيانات واستقبالها بسرعة تفوق سرعتها فى المخ البشرى (تبلغ سرعة اطلاق البيانات فى المخ البشرى نحو ٢٩٠ كيلومتر/ثانية) وبينما يعتبر ذلك مثاليا للأعمال المباشرة والتكرارية أو النمطية Repetitive فإنه لا يصلح للحلول الإبداعية للمشاكل التى تحتاج للكثير من وظائف التفكير المتزامن Simultancous أى الذى يقع فى وقت واحد.

وإن عاجلا أو آجلاً فسوف يتقيد - إلى حد كبير - مصممو الرقاقات الالكترونية Microchips للكمبيوتر بصغر حجم المعالجات Processors وكذلك زيادة سرعتها فأسلاك الرقاقة ضئيلة جداً بالفعل بحيث يصل قطرها إلى سمك بضعة

آلاف فقط من الذرات! وبهذا الحجم الصغير للغاية فإن الإلكترونات التى تمر خلالها كثيرا ما تنحرف عن مسارها.

وتجرى تجارب فى مختبرات الشركات الكبرى الصانعة للرقاقات الالكترونية، على استخدام أشعة الليزر لحفر أنفاق دقيقة فى المادة الصلبة للرقاقات يمكن للالكترونيات أن تنطلق فيها. إلا أن المصممين واسعى الأفق والمستقبليين يرون أن الخطوة التالية فى تطوير سرعة وقدرة الكمبيوترات، سوف تتضمن ربطها بمسارات «عصبية» Neural Pathways .

الإدراك الصناعى

ولسوء الحظ فإن تجهيز أسلاك عصبية تضاهى حتى تلك لنملة هى عملية معقدة ومكلفة، إلا أن تناقص أسعار مكونات الكمبيوتر تمكن الباحثين من أن يحصروا هدفهم فى شبكة عصبية تضم ألف مليون (بليون) عصبونة، وهى شبكة تماثل تلك لقطة صغيرة.

ويقودنا ذلك بعيدا عن مشكلة المكونات المادية للكمبيوتر إلى مجال البرمجيات وبالفعل تم تشغيل برامج كمبيوترية

يمكنها التعرف على الصوت والكتابة اليدوية للمستخدم إلا أن ذلك ليس هو ما يفعله المخ. إذ أن المخ يحس عادة بالأشياء التى «ينظر» إليها.. فإذا قلت مثلا لشخص ما فكر فى قارب أحمر، فإنه ليس محتاجا لكى يرى قاربا أحمر بالفعل أمامه لكى يتخيله. ويرى العلماء أن القدرة على ممارسة ذلك هى الخطوة الأولى تجاه الإدراك الصناعى Artifical Consciousness للكمبيوترات.

ولكى يختبر العلم أى برنامج كمبيوترى فى مجال الذكاء الصناعى فإنه يصدر إليه أمراً مثل «هاهو مثلث أحمر ودائرة حمراء ودائرة صفراء ومربع أصفر»، ثم يطلب منه أن يتصور شكلا هندسيا لم يرد فى هذه القائمة ولكن له نفس صفات الأشكال الهندسية التى وردت بها.

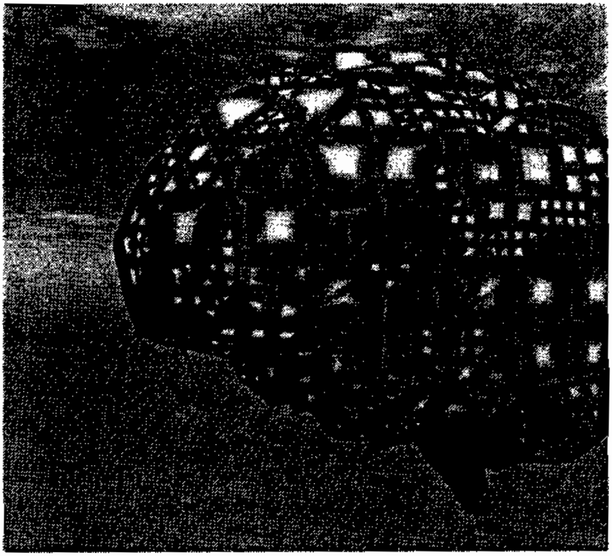
وبينما نحن نمارس كل ادراكنا الحسى بجميع حواسنا، فإن هذه البرامج الكمبيوترية تستخدم اللغة والرؤية فقط. وبالرغم من هذا فإنهما يكفيان لجعل الكمبيوترات – نظريا على الأقل – قادرة على التخيل ويقودنا ذلك إلى السؤال المحيّر: هل الإدراك الصناعى يعادل الحياة الصناعية؟ يقول أحد

علماء الذكاء الصناعى «الناس يتحدثون عن آلات لها حقوق بمجرد أن تصبح ذات إدراك صناعى، إلا أن الأمر فى الواقع ليس كذلك فإن كل الكائنات والأشياء التى على كوكب الأرض ليس لها حقوق لمجرد أنها ذات إدراك. إذ أن الحقوق مرتبطة بكونك انسانا ونحن لانصنع بشرا وإنما نكتب برامج كمبيوترية. وعلى ذلك فإن الكمبيوتر ذا الذكاء الصناعى لا حقوق له أكثر من الحقوق التى لمجفف الشعر الدوّار! وهناك برامج كمبيوترية يمكن أن تصبح قادرة على مراقبة ومتابعة ادائها ذاتيا وأن تعبر عن ذلك بالكلام ولكن ذلك لا يجعلها مدركة أو واعية.

كذلك من الخطأ الاعتقاد بأن سلوكيات الإنسان يحكمها مخه فقط. أن قرارك بسحب يدك من أمام النار، لا ينبثق من رأسك، بل من حبلك الشوكى ولو اضطررت لانتظار إشارة من مخك فسوف تحترق يدك!.

وعلى ذلك فهل يحتاج الكمبيوتر إلى وصلات ذكية Intellligent Peripherals لكى نعتبره ذكيا؟

يزعم بعض الباحثين أنه لابد من توفر معالجات جبارة قبل



أن نتمكن من صنع آلة ذات ذكاء صناعى ونحن لدينا طاقة كهربائية متوفرة بأكثر مما نستطيع استخدامها، خمسمائة ميجاهرتز ومن المعروف أن عقولنا تعمل بسرعة لا تتجاوز عدة مئات فقط من وحدات الهرتز. و«الميجا» بادئه بمعني مليون.

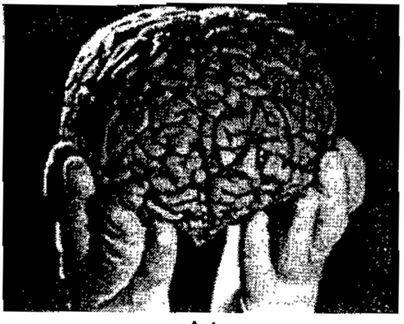
أننا نستطيع بالفعل أن نشيد آلات متطورة – من الوجهة التقنية – أكثر من المخ البشرى.لكن بينما يتصف المخ البشرى بالالكترونيات المتدنية، فإنه متكيف بشكل رائع مع العالم المحيط به أما الكمبيوتر فله الكترونيات متطورة، لكنه يعانى من ضعف فى إدراك ما حوله.

وتوجد الآن بالفعل بعض المنتجات الصناعية التى تتمتع بدرجة من الذكاء الصناعى، مثل الكاميرات التى تعدل بعدها البؤرى تلقائيا Autofocus. الأنواع الأولية من هذه الكاميرات كانت تختبر فقط جزءا واحدا من المشهد المراد تصويره وتضبط بعدها البؤرى، بحيث تعطى أفضل وأوضح صورة بغض النظر عن الأجزاء الأخرى من الصورة.

أما الأنواع الحديثة فإنها تستخدم «المنطق العام» فى أخذ عينات من أجزاء مختلفة من كل المشهد ثم تقوم باختيار حل

وسط ذكى، بناء على ماهو افضل للمشهد ككل، مثلما يفعل الإنسان فى الواقع.

وعندما سئل أحد علماء الكمبيوتر عن مثال لكيفية تطبيق برنامجه للذكاء الصناعى فى الحياتة الواقعية، ذكر التجارب التى أجريت على بعض السيارات الحديثة التى تتحرك وفق منظومة تحديد احداثيات الأماكن، بالاستعانة بالأقمار الصناعية GPS،حيث تتلقى تعليمات من الأقمار الصناعية الدوارة، فى المنطقة التى توجد بها السيارة بالطرق المتاحة لها، لكى تنتقل من مكان إلى آخر يمثل هدفا. وأكد هذا العالم بأنه إذا توفر لنا كمبيوتر ذو ذكاء صناعى متوفر به كل خصائص القيادة الآمنة،فسوف يتمكن من قيادة السيارة فى الطريق الصحيح، مثلما يفعل أى سائق قدير من البشر.



الرنين المغنطيسى النووى.. أمل جديد للمرضى

شهد القرن العشرون انجازات علمية مذهلة، لعل أهمها ما يرتبط بنواة الذرة وقد أدى ذلك إلى وضع أسس لتقنيات حديثة أصبحت تميز حياتنا المعاصرة منها: الرنين المغنطيسى النووى، الذى يعتبر تحقيقا لحلم الأطباء فى إيجاد وسيلة مأمونة وفعالة لتصوير خفايا الجسم البشرى وأمراضه، ومن ثم علاجها بمزيد من الدقة. إن القدرة على استخلاص المعلومات من داخل جسم الإنسان، هى التى تجعل الطب فى عداد المعارف العلمية، لكن فيما عدا سماعة الطبيب ومنظار العين لم تكن الوسائل الفنية للحصول على هذه المعلومات متاحة، قبل اكتشاف الأشعة السينية (إكس) فى نهاية القرن التاسع عشر، ثم تطورت ببطء تقنية توليد واستخلاص هذه الأشعة فى التصوير، ولم تزدد سرعتها فى التقدم إلافى الثلاثين سنة الأخيرة.

وشهدت فترة الخمسينيات من القرن العشرين ظهور الطب النوى والكشف بالموجات فوق الصوتية Ultrasound، كما عاصرت فترة السبعينيات التوصل إلى التصوير بالأشعة باستخدام

الكمبيوتر CT وجهـــاز التـصـوير الباعث للبوزيتـرون PET وفـــى الثمـانينيـات التـصـوير بالرنين المغناطيـسى النووى (Nuclear Magnetic Resonance) (NMR). إن الأمـراض التى تهاجم جسم الإنسان كثيرة ومتعددة، لدرجة أن كل طريقة من طرق التصوير بالأشعة لها فائدتها الخاصة ومن ثم فإن الأمر يحتاج إلى وجود كل هذه الوسائل، وبحيث لا تلغى إحداها الأخرى.

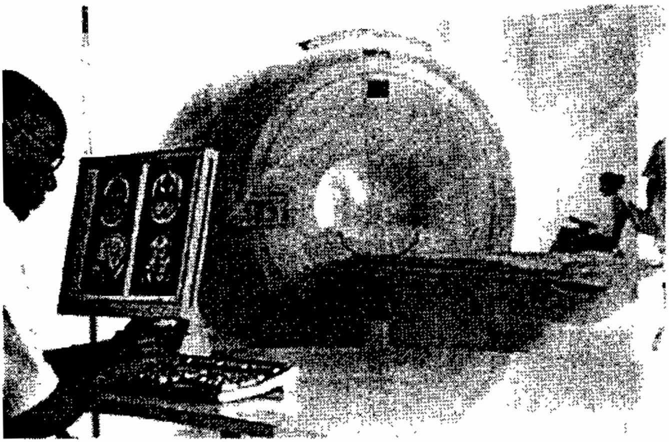
وفى جميع طرق التصوير الطبى يتحول شكل معين من الطاقة إلى نمط مرئى بطريقة محددة مكانيا، بحيث تنعكس الطاقة بواسطة مكونات عميقة داخل الجسم، وباستثناء التصوير الحرارى، فإن مصدر الطاقة وخواص الإشارة المرتدة من الجسم، تحددهما معدات التصوير الطبى المستخدمة.

ومن الناحية المثالية يستخدم التصوير الطبى كسجل للحالة الوظيفية (الفسيولوجية) لأعضاء الجسم البشرى، وقد يكون هذا السجل وقتيا أو دائما تبعا للطريقة المستخدمة والهدف المطلوب. وليس كافيا تسجيل شكل عضو الجسم فقط، وإنما يجب تصوير الوظيفة التى يقوم بها إذا كان الهدف الكشف

عن بعض أنواع الأمراض التى تهاجم الجسم البشرى، وهكذا أمكن فى الوقت الحاضر تصوير تدفق الدماء والتمثيل الغذائى وتركيب النسيج الضام غيرذلك.

مغنطيسات .. داخل الجسم

الرنين المغنطيسى النووى (وكلمة نووى هنا لا ترتبط بالنشاط الاشعاعى بل بنواة الذرة) طريقة جديدة لإنتاج الصور



باستغلال الخواص المغنطيسية لأنوية الذرات، ورغم أن الرنين المغنطيسى استخدم معمليا منذ الأربعينيات من القرن العشرين، إلا أنه لم يتم تطوير الأجهزة التى تستخدمه لكى تنظر إلى داخل الجسم البشرى وتنتج صورا عن تركيبه الكيميائى، إلا منذ عام ١٩٨٠، وقد تتساءل ما هو الأساس العلمى لفكرة الرنين المغناطيسى النووى؟ تسألنى فأجيبك:

من المعروف أن الجسيمات دون الذرية التى تكوّن النواة هى البروتونات والنيوترونات - ما عدا نواة الهيدروجين التى بها بروتون واحد فقط - وتدور معظم أنوية الذرات حول محورها وكأنها مغازل صغيرة، وهذه الحركة المغزلية يطلق عليها البرم Spin والبروتونات تبرم عكس اتجاه برم النيوترونات ومن ثم يلغى أحدهما الآخر. ومع ذلك فقد لا يكون عدد البروتونات والنيوترونات متساويا فى النواة، وعندئذ يخلق البرم مجالا مغنطيسيا دقيقا بالطريقة نفسها التى ينشىء بها دوران كوكب الأرض، المجال المغناطيسي الأرضى.

وفى هذه الحالة تتصرف نواة الذرة، كما لو كانت قضيبا مغنطيسيا دقيقا ذا قطب شمالى وقطب جنوبى، والذرات التى

من هذا النوع هى التى تستخدم فى إنتاج الصور بالرنين المغناطيسى النووى. والمثال النموذجى على هذا، ذرة الهيدروجين التى تحتوى على جسيم دون ذرى واحد فى النواة هو البروتون، ويتوافر الهيدروجين بكثرة فى جميع أنواع الأنسجة المكونة لأجزاء الجسم البشرى، وفى الظروف العادية توجد ذرات الهيدروجين فى الجسم بحيث تتجه مغنطيساتها عشوائيا، ويعنى ذلك أنها تلغى بعضها بعضا، ومن ثم لا ينتج عنها أى تأثير مغناطيسى.

ولكن عند وضع الجسم البشرى فى مجال مغنطيسى خارجى قوى وثابت، فإن هذه الأنوية تتجاوب مع قوة المجال المغنطيسى الخارجى بأن تنظم نفسها باتجاه باحدى طريقتين، اعتمادا على الطاقة المختزنة: إما فى إتجاه مواز للمجال المغناطيسى parallel فى حالة الطاقة المنخفضة، أو فى إتجاه مضاد له فى حالة الطاقة المرتفعة، أو كما يسمى «موازى مضاد» Anti-Parallel. ولكن هناك دائما توازنا حيويا بين حالتى الطاقة المنخفضة والمرتفعة، يحددها المجال المغنطيسى ودرجة الحرارة.

وظائف اخري

والرنين المغنطيسى النووى لا يستخدم فقط فى انتاج الصور، إذ باستخدام برامج كمبيوترية مختلفة، يمكن لجهاز الرنين المغنطيسى أخذ قياسات للعمليات الكيميائية التى تحدث فى الأنسجة الحية للجسم البشرى.



وذرة عنصر الفوسفور أيضا لها رقم فردى فى الجسيمات دون الذرية داخل النواة، ولهذا يمكن فحصها بدلا من نواة

الهيدروجين، والفوسفور هو أحد المكونات المهمة لأدينوسين ثلاثى الفوسفور ATP، وهى مادة كيميائية لها دور فى عملية تجهيز الطاقة فى العضلات والأنسجة الأخرى فى الجسم البشرى للاستخدام، وقد أمكن بالفعل القياسات الكيميائية الحيوية باستخدام التصوير بالرنين المغنطيسى النووى، اقتراح طرق لعلاج مشاكل العضلات.

ومن المتوقع أن يكون التصوير بالرنين المغنطيسى النووى قادراً على إظهار ومدى وفرة نوع معين من الأنوية فى أنسجة الجسم البشرى، حيث توضح صورة الكثافات المختلفة لذرات الهيدروجين وتأثيراتها المتبادلة مع الأنسجة المحيطة بها، ولأن الهيدروجين يحدد المحتوى المائى للجسم البشرى، فإن الأطباء يمكنهم استخدام الصور فى التمييز بين الأنسجة المختلفة.

كذلك تبين صور الرنين المغنطيسى النووى بيئة الجزيئات المحتوية على الأنسجة. وهذا الأسلوب المتخصص له امكانات هائلة، قد تم بالفعل الحصول على صور مثيرة ودقيقة لأنسجة المخ والأعصاب، أفضل من الصور المأخوذة بطريقة التصوير بواسطة الكمبيوتر، بالإضافة إلى أن الرنين المغنطيسى له قيمة

لا تقدر فى اكتشاف عضلات القلب المريضة، والأمراض التى تؤثر على مركبات الدهون المحيطة بالأعصاب.

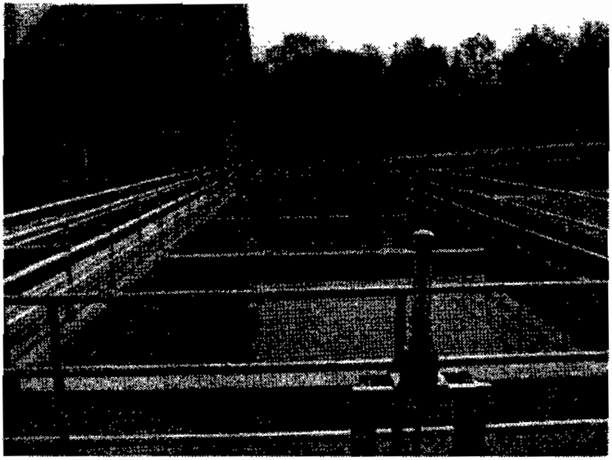
وإذا كانت أشعة اكس تصور عظام الجسم البشرى، ولا تعطى إلا معلومات ضيئلة عما يحدث داخل الخلايا الحية، فإن الرنين المغنطيسى النووى، يعطينا صورا رائعة وملونة لهذه الخلايا، بحيث يمكن تحديد أماكن ومدى انتشار المرض داخل الجسم. وهناك العديد من الحالات المرضية التى يمكن أن يستخدم الرنين المغنطيسى النووى فى تحديدها ومنها: أمراض الرئة ومشاكل الدورة الدموية وأمراض الكبد والتحديد المبكر لنجاح عمليات زراعة الكلى ودراسة الأنسجة الكلوية.

يتكون جهاز التصوير بالرنين المغطيسى النووى، من مغنطيس هائل مجوف ذى منضدة بمنتصفه، يتمدد عليها الشخص المطلوب فحصه ويستعمل مغنطيس كهربى لتوليد مجال قوى جدا (اقوى آلاف المرات من المجال المغناطيسى للأرض). وله ملف فائق التوصيل يبّرد على الدوام بواسطة الهليوم السائل، وعندما يشغّل الجهاز ويكون الشخص فى الداخل تصطف أنوية ذرات الهيدروجين التى فى جسمه،

وكذلك الأنوية الأخرى ذات العدد الفردى من البروتونات والنيوترونات. إما بشكل مواز أو مواز مضاد، بحيث تتجه الأنوية عالية الطاقة ناحية رأس المريض والأنوية منخفضة الطاقة ناحية أصابع القدمين، وهى تهتز بتردد معين Frequency. وكلما زادت قوة المجال المغنطيسى زاد هذا التردد.

ولإظهار الصور المطلوبة يقوم مشغّل جهاز الرنين المغنطيسى النووى بإطلاق موجات راديوية من مصدر راديوى، بزاوية عمودية على المجال المغنطيسى الثابت، فيتغير إتجاه برم الأنوية وتحصل على طاقة خلال هذه العملية. ومقدار الطاقة الممتصة هذه يتوقف على الأنوية وقوة المجال المغنطيسى، وهذه الطاقة الاضافية تنقل أنوية البروتون المنخفضة الطاقة إلى حالة - مثارة - Excited مرتفعة الطاقة. وعندما - يثير - جهاز الرنين المغنطيسى هذه البروتونات بالموجات الرديوية التى لها تردد البروتونات نفسه، فإن هذه الموجات تدفعها بعيدا عن التوازى. وبمجرد توقف الموجات الراديوية، وفى أقل من أجزاء من ألف من الثانية، فإنها ترجع حلزونيا إلى مكانها الأول مطلقة موجات راديوية ضعيفة خاصة بها ، لتعود إلى حالتها الأصلية،

وهذا ما يعرف بالرنين Resonance. أى يتم تخليص الأنوية من هذه الطاقة عن طريق موجات راديوية مميزة - يطلق عليها «تردد لارمر» Larmor Frequency - ثم تلتقط هذه الموجات بواسطة جهاز استقبال خاص، وتعتمد خصائص هذه الموجات على العدد المتاح من أنوية ذرات الهيدروجين أو غيرها. ثم تغذى البيانات التى تخرج من جهاز الاستقبال، إلى كمبيوتر يقوم برسم لتوزيع الأنوية المسئولة عن إصدار الموجات الراديوية المميزة. وهذه الموجات الراديوية تخبر جهاز الفحص بالكثير من المعلومات، فقوة الموجة توضح مقدار الهيدروجين المتوافر، وغالبا ما يعنى ذلك من الناحية العملية مقدار الماء الموجود فى الجسم، إلا أن هناك أيضا هيدروجينا موجودا فى الدهون وغيرها من الجزيئات والموجات التى تعطيها بروتونات الهيدروجين الموجود فى الماء. تختلف عن موجات بروتونات الهيدروجين فى غير الماء، وهذه درجة أخرى مختلفة من المعلومات ووظيفة الكمبيوتر هنا، السيطرة على جهاز الرنين المغنطيسى النووى وتخزين المعلومات ثم استرجاعها بالشكل المطلوب، وتقديم صور ملونة لداخل الجسم البشرى على شاشته.



والزمن الذى تستغرقه نواة الهيدروجين، بعد توقف الموجات الراديوية المسلطة عليها، وقبل إعادة إشعاعها للطاقة التى امتصتها، عامل مهم جدا، لأنه يحدد نوع الجزىء الذى يحتوى على الهيدروجين، كما أن هناك المزيد من المعلومات التى تتكشف من قياس معدل رجوع النواة إلى حالتها العادية ويطلق مصطلح زمن الاسترخاء Relaxation Time على الوقت اللازم لاسترخاء النواة، ورجوعها إلى التوزيع المتوازن لها.

إحدى مزايا طريقة الرنين المغنطيسى النووى، أنها لا تتضمن أى اشعاع ضار - كما فى حالة الاستخدام الطويل لأشعة إكس - بالإضافة إلى أنه لا يوجد أى أثر سيء معروف لتعرض جسم الإنسان لهذا النوع من المجالات المغنطيسية. أما الموجات الراديوية التى تستخدم فى أجهزة الرنين المغنطيسى، فتكون بترددات الموجات القصيرة نفسها التى تستعمل كثيرا فى الاتصالات اليومية المعتادة، وهى تخترق أجسامنا طوال الوقت ولا تحدث أى ضرر. أى أن طريقة الرنين المغنطيسى النووى مأمونة بالنسبة للمريض، إلا أن قدرة المجال المغنطيسى للجهاز ضخمة جدا لدرجة أنه من الخطورة أخذ أى جسم

حديدى إلى داخل غرفة الفحص، فمثلا مسمار متوسط الحجم قد يتحول إلى قذيفة قاتلة إذا أثر عليه المجال المغنطيسى!

وتتميز أيضا طريقة الرنين المغنطيسى النووى، بأنها الوسيلة الوحيدة المعروفة حتى الآن لإنتاج صور تبين اضطرابات المخ والأعصاب، كما يمكن استخدامها ليس فقط فى تشخيص المرض، وإنما أيضا في اعطاء معلومات عن مدى ملاءمة العلاج. ولا يستخدم الرنين المغنطيسى النووى فى المجالات الطبية وحسب، ولكن حدث توسع كبير فى استخداماته فى دراسة البنية الكيميائية والأشكال الجزيئية للمركبات العضوية عموما، وكذلك فى دراسة تراكيب ووظائف البروتينات والدهون والتفاعلات الجزيئية فى الصناعات النفطية وصناعات اللدائن.

لا تزال الأبحاث جارية بشأن استخدام عناصر أخرى مثل الصوديوم والفوسفور التى تغطى تغيير خواصها انذارا مبكرا، بحدوث جلطة المخ أو السكتة القلبية، كذلك معرفة حدوث أى تغيير فى درجة الحموضة داخل الخلية، ومنها يمكن معرفة أن خلايا القلب قد تحولت إلى التمثيل غير الأكسوجينى.

ومن كل هذه المعلومات سوف يدرك الطبيب بأن المريض يوشك على الاصابة بجلطة قلبية، فيمكنه تلافيها. كذلك يمكن تصوير الأجسام المضادة المرتعشة داخل الجسم، مما يوفر لطبيب المستقبل أداة قوية لدراسة أمراض مثل البول السكرى والحساسية والعقم. كما أنه من المتوقع أن يساعد التصوير بالرنين المغنطيسى النووى فى إعطاء معلومات عن عضلة القلب، وتدفق الدماء بالقلب، كما أن قدرة الرنين المغنطيسى على التمييز بين أنواع الأنسجة تعنى أنه ربما يمكن استخدامه ليخبرنا، هل الورم الذى تحت الفحص سرطانى أم لا إضافة إلى أنه بإمكان أجهزة الرنين المغنطيسى النووى دراسة أنوية أخرى مثل الكربون والحديد. لقد بدأت الكثير من مستشفيات العالم - ومنها مستشفيات فى بعض الدول العربية مثل مصر - استخدام أجهزة الرنين المغنطيسى النووى لفتح نافذة على داخل الجسم البشرى الحى، لما تتميز به من دقة تامة فى تشخيص الأمراض، لهذا أطلق الأطباء على الرنين المغنطيسى النووى: الأمل الجديد للمرضى.

الطرق الفيزيائية.. لمكافحة تلوث البيئة

فى مقابل الطرق الكيميائية لمعالجة النفايات التى تلوث البيئة، فإن العمليات الفيزيائية لمكافحة التلوث تشمل فصل مكونات النفاية المتدفقة أو تغيير الشكل الفيزيائى للنفايات بدون تغيير التركيب الكيميائى للمواد المكونة لها.

وقد تمت الاستفادة من معرفة السلوك الفيزيائى للنفايات Physical Behavior فى تطوير مختلف عمليات معالجة النفايات التى تعتمد على الخواص الفيزيائية لها:

١- فصل الأطوار.

٢- تحويل الأطوار.

٣- نقل الأطوار

ويقصد بكلمة «طور» Phase، جزء متجانس من مادة ما يوجد فى منظومة فيزيائية غير متجانسة، ويمكن فصل هذا الجزء المتجانس عن هذه المنظومة ميكانيكيا.

والنقطة الهامة فى الطرق الفيزيائية لاصلاح وتطهير البيئة

هى عزل المادة الملوثة حتى يمكن استخلاصها أو تدميرها،وهى مخزونة فى حيز معين. وبالنسبة للملوثات المائية ثمة تقنيات كثيرة متاحة تتضمن بالفعل إنشاء حاجز (خرسانى عادة) للمادة الملوثة حول المنطقة التى أصابها التلوث، فى الجانب الذى يحدث عنده تسرب إلى المنظومات المائية المجاورة.

فصل الأطوار Phase Separation

أكثر الطرق المباشرة للمعالجة الفيزيائية، تتضمن فصل مكونات الخليط المتكون من طورين مختلفين، وفى كثير من الحالات يجب إتمام الفصل بوسائل ميكانيكية وخصوصا عمليات الترسيب والفرز والتعويم والطرد المركزى والترشيح.

وتتم عادة عملية «الترسيب» Sedimentation من خلال توفير وقت وحيز كافيين فى خزانات خاصة أو أحواض تخزين لاتمام الترسيب.

و«الفرز» Screening هى عملية تتم لإزالة الجسيمات الصلبة من النفايات المتدفقة، وذلك لحماية عمليات المعالجة التحضيرية اللاحقة للنفايات المتدفقة.

و«التعويم» Flotation هى عملية تتم لإزالة الأجسام الصلبة من السوائل، وتحريكها إلى السطح بواسطة فقاعات هواء دقيقة، والتعويم مفيد فى إزالة الجسيمات الصغيرة جدا، التى لا يمكن إزالتها بالترسيب.

وفى عملية تعويم الهواء المذاب، يذاب الهواء فى المادة

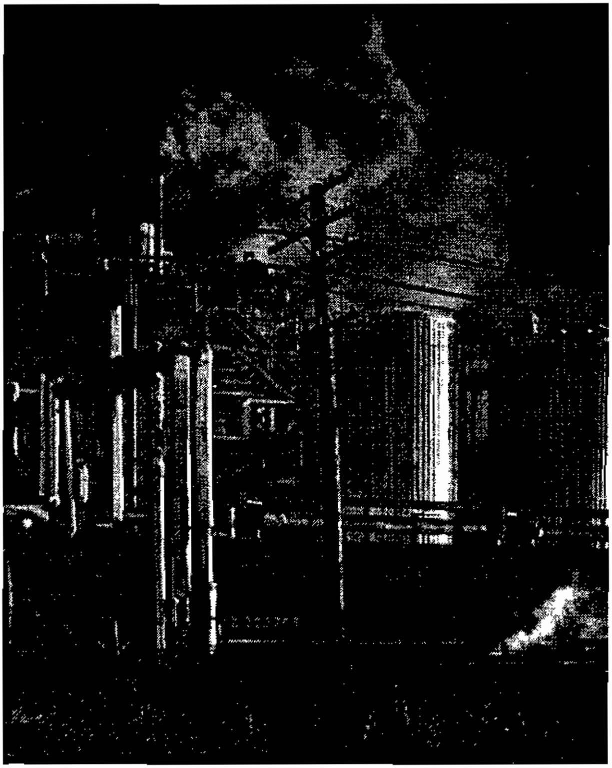
العالقة تحت ضغط، وعند تحرير هذا الضغط، يخرج الهواء من المحلول كفقاعات هواء دقيقة ملتصقة بالجسيمات العالقة، مما يؤدى إلى طفو هذه الجسيمات إلى أعلى حتى السطح.

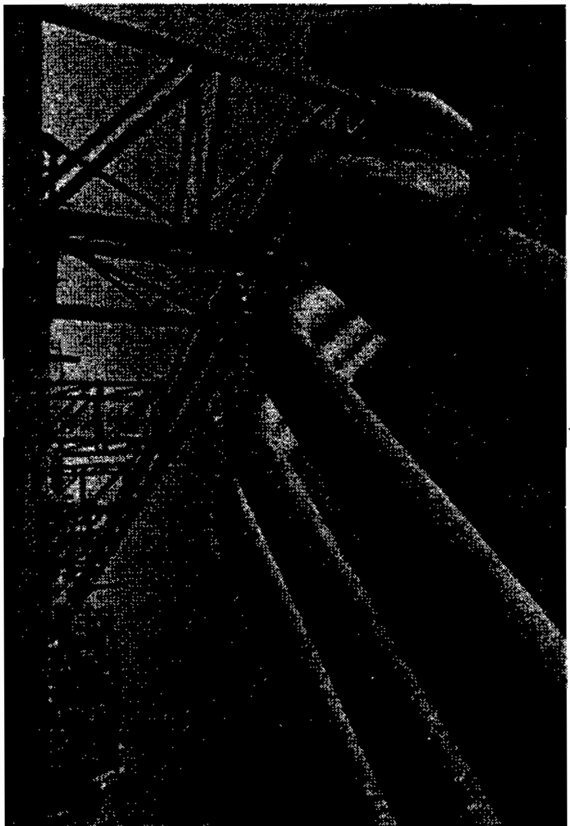
أما «الطرد المركزى» Centrifugation فهى عملية لفصل المكونات الصلبة والسائلة للنفايات المتدفقة، وذلك بالتدوير السريع لخليط من الأجسام الصلبة والسوائل داخل وعاء. وأكثر استخدامات الطرد المركزى، هى نزح الماء من الرواسب المتخلفة.

و«الترشيح» Filtration هى عملية قديمة مازالت تستخدم على نطاق واسع لمعالجة المخلفات والنفايات، وتتضمن الأسس العامة لها استخدام حاجز لا يمكن إجتيازه يجمع الأجسام الصلبة لكى يسمح بمرور السوائل خلاله.

تحويل الأطوار Phase Transfer

يطلق على عملية انتقال المادة من محلول إلى طور الصلابة «الإمتزاز» Adsorption، وبالتالى فإن الإمتزاز هى عملية لإزالة التركيزات المنخفضة للمواد العضوية وغير العضوية





من النفايات المتدفقة، بإستخدام سطح من مادة مسامية، هى عادة الكربون المنشط. وينشط الكربون بالحرارة أو بمذيب مناسب، عندما تقل قدرته على اجتذاب المواد العضوية إليه.

و«الاستخلاص بالمذيب» Solvent هى عملية لفصل السوائل Extraction. تخلط النفايات بمادة مذيبة، لا تمتزج بجزء من النفايات. ولكن تستخلص مكونات معينة من النفايات المتدفقة ثم تزال المكونات المستخلصة من المذيب غير الممتزج بها، لإعادة استخدامها أو التخلص منها.

وأحد الطرق المبشرة فى الاستخلاص بالمذيب واستخلاص مكونات النفايات الكيماوية بالتصفية leaching، هى استخدام سوائل أو غازات أشهرها ثانى أكسيد الكربون، كمذيبات مستخلصة.

وبعد استخلاص المادة الكيمياوية من النفايات، تتحول إلى مائع (أى يجمع بين السوائل والغازات) تحت ضغط عال، ثم يتم تحرير هذا الضغط، مما يترتب عليه فصل المادة المستخلصة. ويمكن بعدئذ ضغط المائع مرة أخرى لإعادة استخدامه فى نظم الاستخلاص. وبعض إحتمالات معالجة النفايات الكيميائية،

بالاستخلاص لثانى أكسيد الكربون، تشمل إزالة الملوثات العضوية من مياه الصرف الصحى، وإزالة المركبات العضوية المتطايرة من المواد الحفازة Catalysts المستهلكة، واستخلاص مبيدات الحشرات العضوية من التربة واستخلاص الزيت من المستحلبات Emulsions المستخدمة فى معالجة الألومنيوم والصلب، وإزالة الشحم من الأجزاء الميكانيكية.

نقل الأطوار Phase Transition

هناك درجة رئيسية ثانية من الفصل الفيزيائى، هى نقل الأطوار، حيث تتغير فيها المادة من طور إلى آخر، ويستخدم عادة التبخير Evaporation لإزالة الماء من النفايات السائلة وذلك لتركيزها وهناك حالة خاصة من هذه الطريقة، هى التبخير من غشاء رقيق، حيث تُزال المكونات المتطايرة (سريعة التبخر)، بتسخين طبقة رقيقة من السائل أو النفايات المترسبة بعد فردها على سطح ساخن.

و«التجفيف» Drying، هو إزالة المذيب أو الماء من الرواسب الصلبة أو شبه الصلبة،أو إزالة المذيب من سائل أو

معلّق، وهى عملية هامة للغاية لأن الماء يكون عادة مكونا رئيسيا للنفايات، مثل الرواسب الناجمة عن تفتيت أحد المستحلبات.

وفى التجفيف بالتجميد Freeze Drying، يتم عادة تسامى Sublime المذيب، وهو الماء عادة، من حالة التجمد، وتجفف الأجسام الصلبة والرواسب لتقليل كمية النفايات، وإزالة المذيب أو الماء الذى قد يعوق عمليات المعالجة اللاحقة، وإزالة المكونات المتطايرة، والمعتاد أن يتم نزح الماء حراريا.

ويمكن تحسين هذه العملية بإضافة مرشح مثل مادة «دياطوميت» Diatomite– وهى مادة سليكية هشة تشبه الطباشير – أثناء مرحلة الترشيح، ويؤكد العلماء أن الطرق الفيزيائية هى أنسب الوسائل المستقبلية للتخلص من الملوثات وبقاء البيئة نظيفة.

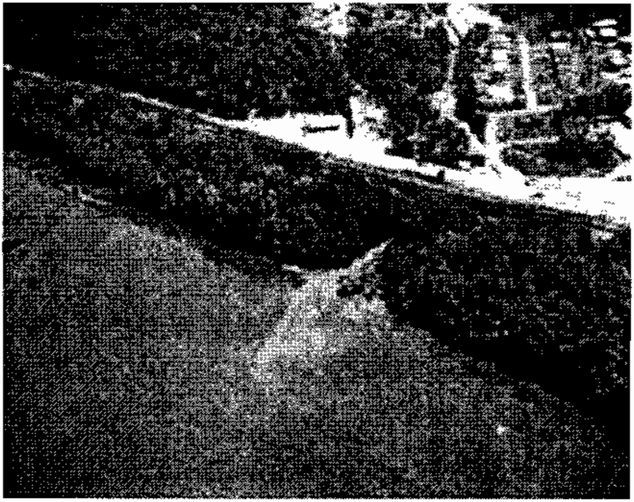
التطهير الحيوي للبيئة

يقصد باصطلاح «تكنولوجيا البيئة» environmental technology تطبيق القواعد والأسس العلمية والهندسية فى دراسة البيئة بهدف تحسينها وتطويرها، وهى تتعلق بأى كائن حى يعيش فى «بيئة» ما، حتى لو كانت هذه البيئة فى الأساس مجموعة أفراد من نفس جنس الكائن الحى، وكمثال على ذلك، البكتيريا التى تتعرض فى المستنبت البكتيرى إلى كثير من أفراد سلالتها ذاتها.

وعلى ذلك فإن «البيئة» هى كل المؤثرات الخارجية، بما فى ذلك العوامل المادية غير الحيوية، والعوامل الحيوية الناشئة من كائنات حية أخرى، والتى يتعرض لها الكائن الحى.

وتؤثر البيئة على الوظائف الحيوية الأساسية مثل نمو وتكاثر الكائنات الحية، كما تحدد أنماط توزيعها المحلى والجغرافى. وهناك فكرة أساسية فى علم البيئة هى أن البيئة تتغير مع الزمن والمكان وأن الكائنات الحية تستجيب لهذه التغيرات وتتكيف معها أو تنقرض نتيجة لها. وتأتى فكرة

«البقاء للأصلح» لتشير إلى قدرة الكائن الحى على العيش فى وئام مع بيئته.



أما «التلوث» فإنه إطلاق غازات أو سوائل أو مواد صلبة طبيعية بأكثر من المعدل الطبيعى، وكذلك غازات صناعية غير موجودة أصلاً فى الطبيعة، فى محيط أى نظام بيئى. وبالنسبة لكثير من الملوثات فإن الجو والأنظمة المائية والأنظمة الأرضية

البرية، لديها القدرة على تنظيف أنفسها ذاتياً فى غضون ساعات أو أيام، وخصوصا عندما تقلل المكونات الطبيعية للنظام البيئى، من تأثيرات المواد الملوثة للبيئة.

فعلى سبيل المثال، يمكننا اعتبار أن الجو ينظف نفسه ذاتيا بسبب هطول الأمطار، إلا أن إنفلات بعض الملوثات من الجو (مثل الكبريتات) بسبب سقوط الأمطار، يؤدى إلى تكوين أمطار حمضية يمكن أن تحدث أضرارا جسيمة للأنظمة البيئية الموجودة فى البحار وعلى اليابسة.

و«الملوث» هو مادة ما (يشار إليها عادة وتبسيطاً للأمر بأنها مادة كيميائية) موجودة فى بقعة معينة وبحيث تكون «غير طبيعية» أو صناعية بالنسبة لهذه المنطقة، وبتركيز أكثر من الطبيعى لها، وتنجم عن نشاط يقوم بها الإنسان، والملوثات - كما يوحى إسمها - لها تأثيرات ضارة على البيئة، سواء جزئياً أو كلياً.

التحلل البكتيرى

التحلل البكتيرى هوتفتت المادة العضوية فى البيئات المائية

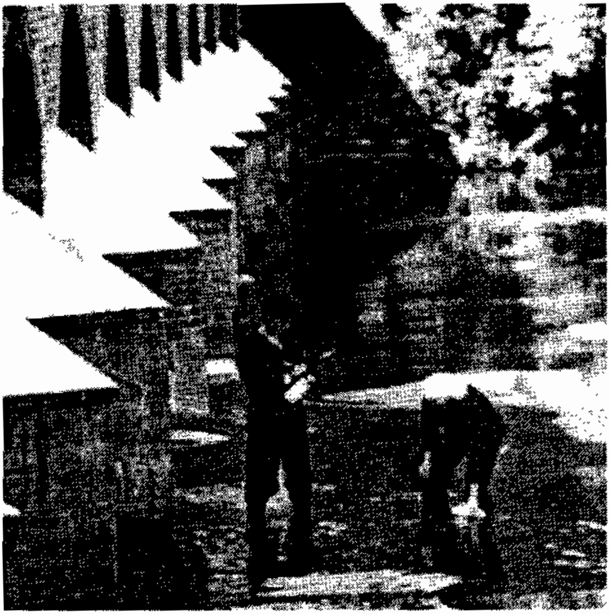
والبرية، وهى عملية بيئية هامة للغاية، وبعض الملوثات العضوية مبيدة للكائنات الحية، فمثلاً مبيدات الفطريات الفعالة يجب أن تكون ذات تأثير مبيد للميكروبات، ولذلك فبدلاً من قتل الطحالب الضارة، فإن مبيدات الفطريات تضر عادة بالطحالب المفيدة (الطحالب التى تحلل أو تفتت المادة العضوية الميتة) والبكتيريا النافعة. ويعد التحلل البكتيرى للنفط ضروريا للتخلص من أضرار بقع النفط المسكوب فى البحار أثناء مرور الناقلات، ويتم تحلل النفط بواسطة تأثير كل من البكتيريا البحرية والفطريات، ويشكل التركيب الطبيعى للنفط الخام فرقًا كبيرا فى قابليته للتحلل . ويحدث التحلل البكتيرى عند السطح الفاصل بين النفط والماء، ولذلك تحول طبقات الخام السميكة دون تلامس النفط مع أنزيمات البكتيريا وكذلك الأكسوجين. ومن الواضح أن البكتيريا تصنع مستحلباً يحافظ على تشتت أو انتشار النفط فى الماء كمادة غروانية دقيقة، يسهل على الخلايا البكتيرية الاتصال بها.

ومن ضمن أهم التفاعلات الكيميائية التى تتم فى وجود الكائنات الدقيقة فى البيئات البحرية واليابسة، تلك

التـى تحتاج إلى مركبات نيتروجينية ودورة هـذه المركبات خلال الغلاف الحيوى، ويكثر وجود مركبات الكبريت فى المـاء، فأيونات الكبريتات توجد بتركيزات مختلفة فى كل المسطحـات المائية الطبيعية تقريبا، ومركبات الكبريت العضوية - التـى لها أصل فـى الطبيعة والتــى نشأت من ملوثات معينة - شـائعة جـدا فـى الأنظمة المائية الطبيعية والتحلل البكتيرى لهـذه المركبات عملية بكتيريـة هامة للغاية، وأحيانا تسبب نواتج التحلل البكتيرى - مثل كبريتيد الهيـدروچين كريه الرائحة والسام - مشاكل خطيرة لجودة المياه للاستخدام البشرى.

التشتت والإنهيار

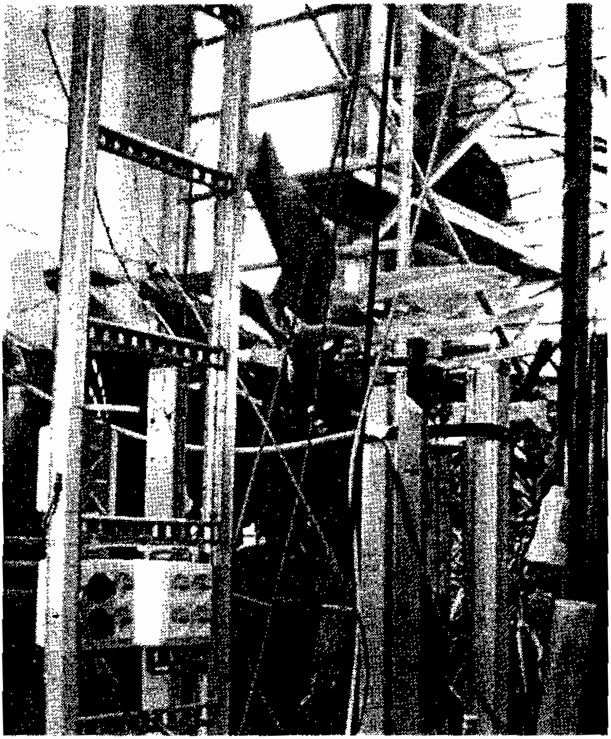
تتحدد عملية تشتت وإنتشار الملوثات الكيميائية فى الهواء الجوى، من خلال متوسط تدفق الرياح والدوامات الهوائية وتحدث الدوامات نتيجة عدة عوامل مثل الاحتكاك لسطح الأرض والعوائق المادية أمام هبوب الرياح والتدرج الرأسى لدرجة الحرارة فى الغلاف الجوى السفلى.



وتشير درجة الاستقرار إلى مستوى التدويم أو الإضطراب الجوى، وبالنسبة لاغراض جودة أو نوعية الهواء.. فإن الاستقرار يشير عادة إلى الطبقات السفلى من الغلاف الجوى، حيث يتم إطلاق أو ظهور المواد الملوثة.

ولكى يمكن تقليل هذه الانطلاقات فى حدود منطقة معينة، فقد شاع استخدام مداخن طويلة. فالملوثات المنطلقة من مصدر ما له مدخنة طويلة، تكون تركيزاتها عند سطح الأرض، أقل عادة منها فى حالة إنطلاق نفس كمية الملوثات من مصدر له مدخنة قصيرة.

وعلى الرغم من الاتجاه الشائع لتقليل نسبة تلوث الهواء ببناء مداخن أطول، فقد ظهرت مشكلة إضافية لهذا الأسلوب، وهى أن الملوثات المنطلقة من المداخن الطويلة - فوق طبقة الإنعكاس الحرارى - يمكنها أن تتحرك لمسافات طويلة، إلا أن مصادر التلوث التى لها نفس إرتفاع المدخنة يمكنها إحداث تأثيرات مختلفة تبعا لارتفاع الأدخنة فوق المدخنة (وهوما يطلق عليه «ريشة الدخان»)، والتى تعتمد على سرعة خروج إنطلاقات الأدخنة ودرجة حرارتها والظروف الجوية، ويشار إلى عملية ارتفاع المدخنة والأدخنة المتصاعدة فوقها، بالإرتفاع الفعّال للمدخنة.



التطهير الحيوي

يقصد بالتطهير الحيوى للبيئة، إستخدام الكائنات الحية

(وخصوصا الكائنات الدقيقة) فى تحليل وتفتيت الملوثات التى سبق إفراغها فى البيئة، أو منع تلوث البيئة من خلال معالجة الفضلات والنفايات قبل إطلاقها فى البيئة.

ويعتبر التطهير الحيوى للبيئة، أحد التقنيات البديلة العديدة لإزالة الملوثات من البيئة،وتطهير المواقع الملوثة والحيلولة دون حدوث المزيد من التلوث. ويقصد بتعبير «التطهير الحيوى للنفايات»، تحويل الفضلات والمخلفات بعمليات حيوية إلى جزيئات بسيطة غير عضوية، وتسمى عملية التحويل الكاملة لأى مادة إلى جزيئات بسيطة غير عضوية، وتسمى عملية التحويل الكاملة لأى مادة إلى ناتجها غير العضوى - مثل ثانى أكسيد الكربون والكبريتات والفوسفات - كذلك لابد من النظر فى إمكانية تحويلها إلى مركبات كيميائية أكثر تعقيدا وأحياناً أكبر خطورة، مثل مركبات من الزرنيخ والزئبق التى تنتج بواسطة البكتيريا فى ظروف عدم وجود اكسوجين.

وتستخدم عمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية، لمعالجة مياه الصرف الصحى، كذلك تستعمل الكيماويات لترسيب العناصر الغذائية، ثم التكتل والترشيح للتخلص من الأجسام الصلبة

المتبقية بعد المعالجة الحيوية، وفى بعض الحالات يستخدم الكربون الحبيبى النشط أو الترشيح الغشائى أو الجمع بين إستخلاص المذيب بمساعدة غشاء، لإجراء المزيد من التنقية لتيارات المياه الجوفية والنفايات المتدفقة.

ويوصى باستخدام هذا المستوى العالى من المعالجة، بسبب الضرر الذى تسببه أى آثار ملحوظة من النفايات الكيميائية فى تطهير المياه. وتكون عادة نواتج التحلل البكتيرى أشكالا جزيئية تميل للتواجد فى الطبيعة، وتتوازن ديناميكيا وحراريا بدرجة كبيرة، مع بيئاتها أكثر من المواد البادئة. ويعنى تعبير «إزالة السميّة» التحويل الحيوى لمادة سامة إلى مواد أقل سمية.

وأفضل طريق للحصول على الفطريات والبكتيريا الميكروبية التى لها انزيمات لازمة للتحلل البكتيرى للفضلات والنفايات تتم من بين أعداد من كائنات دقيقة طبيعية فى أحد مواقع النفايات الكيميائية، حيث تكون لها القدرة على تحليل أنواع معينة من الجسيمات. ورغم أن هذه الطريقة لها بعض العيوب فى تحلل بعض المركبات الكيميائية المعقدة، فإن المعالجة الحيوية تتيح عدداً من المزايا، ويعتمد عليها كثيرا فى تحليل

النفايات الكيميائية، حتى فى الموقع الأصلى لها. وتتأثر عملية التحلل البكتيرى لمركب ما، بخصائصه الفيزيائية، مثل قابليته للذوبان فى المادة، وضغطه البخارى وكذلك بخواصه الكيميائية بما فى ذلك كتلته الجزيئية وتركيبه الجزيئى وكذلك وجود مختلف أنواع المجموعات الوظيفية التى يقدم بعضها «مفتاحا كيميائيا حيويا»، لبدء عملية التحلل البكتيرى وعند توفر الكائنات الحية المناسبة والظروف الصحيحة، فإن مواد مثل «الفينول» Phenol الذى يعد مبيداً حيويا لمعظم الكائنات الدقيقة، يمكن أن ينحل بكتيريا.

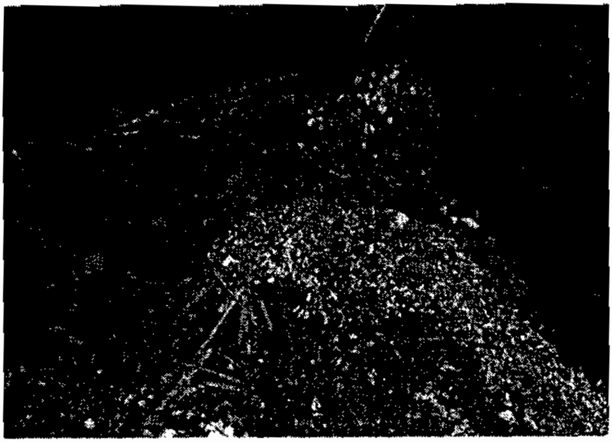
ومن الممكن تغيير خواص النفايات الكيميائية وبيئاتها لزيادة قابليتها للتحلل البكتيرى، ويمكن تحقيق ذلك بتعديل الظروف لكى تناسب أفضل درجة حرارة ونسبة أكسوجين وكمية المادة، ويمكن مساعدة التحلل البكتيرى بإزالة المواد السامة العضوية وغير العضوية، مثل أيونات المعادن الثقيلة.

وقد تم استخدام أوعية حافظة حيوية، لعمليات معالجة مياه الصرف الصحى لعشرات السنين. وأوعية الحفظ الحيوية، قد تكون ذات طبقة رقيقة ثابتة أو ذات مرحلة طينية. وأوعية

الحفظ الحيوية ذات الطبقة الرقيقة الثابتة، تشبه المرشحات التقليدية أو الملامسات الحيوية الدوارة، وفى أى من الحالتين، ترتكز الكائنات الدقيقة على مادة المرشح، وتمر النفايات فى حالة الملامسات الحيوية الدوارة. مما يتيح للكائنات الدقيقة ملامسة النفايات وتفتيت مادتها العضوية أما أوعية الحفظ الحيوية ذات المرحلة الطينية، فعبارة عن خزانات توضع داخلها النفايات والعناصر الغذائية والكائنات الدقيقة، ثم تخلط محتويات الخزان ويتم تهويتها، وفى حالات كثيرة تستخدم مياه جوفية ملوثة لخلق طبقة من النفايات الطينية وكلا نوعى الحاويات ذات الطبقة الرقيقة أو المرحلة الطينية، تعمل بنظام الدفعة تلو الأخرى أو بالتشغيل المستمر.

النفايات الصلبة

يقوم التطهير الحيوى للنفايات الصلبة، بمعالجة هذه النفايات بإستخدام طرق تقليدية لمعالجة التربة، لتعزيز التحلل الميكروبى للنفايات. توضع النفايات مباشرة على الأرض أو فى خزانات ضحلة، وتضاف عادة المواد الغذائية والكائنات الدقيقة إلى النفايات التى «تحرث» بإنتظام أثناء عملية المعالجة. ويحسّن



هــذا الحرث التهوية وتلامس الكائنات الدقيقة مــع النفايات، ورغم أن المعالجة تحدث خلال الطبقة العلوية للتربة التــى يبلغ سمكها من متر إلى متر ونصف المتر، إلا أن أكثرها يتــم خلال نصف المتر العلوى، الذى يسمى «منطقة الإندماج».

تكويم التربة

يقصد بتكويم التربة، وضع النفايات فى أكوام يبلغ ارتفاعها نحو متر، على قاعدة من الأسفلت أو الخرسانة. وتدخل المواد الغذائية والكائنات الدقيقة والهواء من خلال مواسير مثقبة، موضوعة داخل الكومة. وتغطى الكومة لإحتواء المركبات العضوية المتطايرة، وموازنة بيئة الكائنات الدقيقة والسيطرة على تآكل أو (تحات) التربة، ومن الممكن زيادة السيطرة على المركبات العضوية المتطايرة باستخدام وسائل لخلخلة الكومة ومعالجة العادم.

الخلط:

الخلط هو استخدام آخر للتطهير الحيوى للبيئة، فى هذه العملية يتم عادة خلط النفايات بمادة متمددة ذات بنية ثابتة مثل شرائح الخشب. وكما هو الحال فى تقنيات التطهير الحيوى الأخرى، فلابد من إضافة المواد الغذائية والهواء والكائنات الدقيقة. والأنواع الثلاثة للخلط هى: التصفيف المفتوح والتصفيف الساكن وأوعية التفاعل وتكمن الفروق بين

هذه الأنواع،فى كيفية إتمام عملية التهوية. ففى نظام التصفيف المفتوح، تكون أكوام الخلط مفتوحة للهواء، بينما فى نظام التصفيف الساكن، يجبر الهواء ميكانيكياً على الدخول فى أكوام الخلط، وعندما تستخدم أوعية التفاعل، يتم خلط المكونات لضمان كفاءة التهوية.

إن «تكنولوجيا البيئة» وإستخدام الأساليب العلمية لمعالجة التلوث، تعد من أهم مجالات البحث المستقبلية التى يعكف عليها لعلماء لضمان نقاء البيئة فى عالم الغد.

السفن النجمية والمدن الكوكبية والمحطات الفضائية

لقد ظل الإنسان لفترات طويلة من تاريخ البشرية، يتطلع إلى السماء ويتمنى غزو الفضاء والوصول إلى الأجرام التى يراها متلألئة، سواء كانت كواكب أو نجوما أو مجرات أو سدما.

ومنذ الخمسينيات من القرن العشرين، حقق الإنسان إنجازات رائعة فى مجال إرتياد الفضاء منذ إطلاق أول قمر صناعى حتى سفن الفضاء، واستكشافهما لمعظم كواكب وأقمار المجموعة الشمسية، وهكذا تكونت لدى الإنسان معلومات فلكية مثيرة عن العائلة الفضائية التى يعيش فيها.

وعندما فكر الإنسان فى الوصول إلى النجوم البعيدة، واجهته مشكلة إذ أن سفن الفضاء تحتاج إلى السفر بسرعات خارقة، لكى تنطلق إلى النجوم التى تبعد عنا بآلاف الملايين من الكيلو مترات، ومن ثم وضع الإنسان تصورات حول طرق دفع جديدة لم يسمع عنها أحد من قبل.

ويتم الحصول على الطاقة الهائلة للسفن النجمية بإندماج ذرات أخف العناصر وهو الهيدروچين، وعادة ما يستخدم فى

ذلك ذرات بعض نظائـر الهـيـدروجين مـثل «الديوتيـريوم» Deuterium و«التـريتـيوم» Tritium . وإحـــدى الأفكار المطروحة أن يعمل محرك سفينة النجوم Starship بالطاقة النووية أو بمحركات نفاثة فضائية، تعتمد على التهام وقود الهيدروجين الموجود فى الكون بين الأجرام السماوية، أثناء انطلاقها إلى النجوم.

ويعكف بعض العلماء فى الوقت الحاضر على تصميم سفينة نجمية استكشافية غير مأهولة وتعمل بالطاقة النووية، أطـــلق عليها «ديدولاس» علـى أن يتـم تشغيلها فـــى المستقبل، وسوف تستغرق خمسين عاما لكى تصل إلـى النجم «برنار».

وفى المستقبل، سوف تسافر سفن النجوم العملاقة إلى النجـوم البـعـيـدة، لكن الناس الذين سـيـصلون إلى هناك، سيكونون من الأجيال اللاحقة الذين ولدوا فى هذه السفن أثناء رحلاتها الطويلة فى عمق الكون، ويعتبرون من سلالة الرواد الأوائل الذين بدأوا العمل فى هذا المشروع الرائع من أجل الحضارة الإنسانية، وامتدادها إلى النجوم البعيدة.

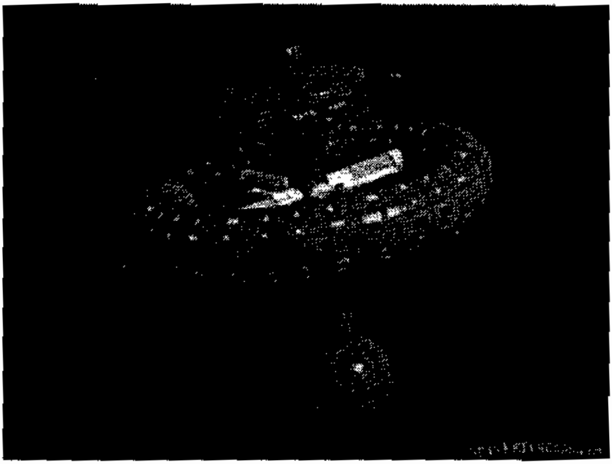


المدن الكوكبية

سوف يكون من المهم جداً خلق الجاذبية فى أى مدينة فضائية مستقبلية، تقام فوق أحد كواكب أو أقمار المجموعة الشمسية، إذ سيعيش آلاف من الرجال والنساء والأطفال العاديين فى مثل هذه المدن الكوكبية أو القمرية.

وعلى الرغم من أن الحياة بدون أى قوة جاذبية أو فى مجال الجاذبية الضعيفة Microgravity، أو بتعبير آخر شعور الإنسان أن لا وزن له، قد يكون شيئا ممتعا ومسلياً، إلا أنه قد يحدث بسببها العديد من المشاكل، لعدم التعود عليها، ومن هذه المشاكل ما يحدث فى أجسام رواد الفضاء من تغيرات بيولوجية. وربما ستمر سنوات طويلة قبل إنشاء هذه المدن الكوكبية والقمرية فوق الأجرام الفضائية أو فى غلافها الجوى.

وفى الوقت الحاضر، يطرح بعض العلماء تصميم لها واحدى الأفكار المطروحة، مضمونها بناء مدينة فضائية داخل هيكل حلقى الشكل كإطار هائل.



ويتم خلق الجاذبية، بجعل هذا الهيكل يلف حول محوره بالسرعة الصحيحة، كما تدور الأرض حول محورها، وبالطبع سوف يكون كل شيء في المركز عديم الوزن.

ومن هنا يمكن استخدام هذه المنطقة في صنع مواد خاصة وأيضا في تخزين الآلات، ويمكن أن يدخل مكوك الفضاء الذي ينقل السكان أو المعدات من خلال حاجز هوائي في مركز المدينة الفضائية.

وهناك تصور آخر لمدينة الفضاء، حيث تتكون من «جزيرة واحدة» وهى كرة عملاقة قطرها نحو خمسمائة متراً، يمكن أن يعيش بداخلها نحو ألف شخص وتلف هذه الكرة حول نفسها مرتين فى الدقيقة الواحدة، لخلق الجاذبية عند خط استوائها، وتقل الجاذبية تجاه المحور حيث تبلغ صفراً.

ويمكن بناء هذه المدينة الفضائية باستخدام مواد مستخرجة من سطح القمر، ويعكف العلماء، حاليا على محاولة اختراع ناقل للكتلة Mass Transport، وهى آلة تقذف مغناطيسيا المواد الأولية القمرية، بعيداً فى الفضاء.

ومن الممكن عندئذ لسكان «جزيرة واحد» إستخدام المزيد من المواد الأولية القمرية، لبناء مدن فضائية أكبر حجما وسوف تكون «جزيرة اثنين» و«جزيرة ثلاثة»، عبارة عن اسطوانتين عملاقتين تدوران حول نفسيهما، وقد يصل طول كل منهما إلى ثلاثين كيلو متراً وعرض كل منهما إلى ستة كيلو مترات، وسوف تسع عشرات الآلاف من الأشخاص.

وسيكون الجزء الخارجى من المدينة الفضائية، عبارة عن

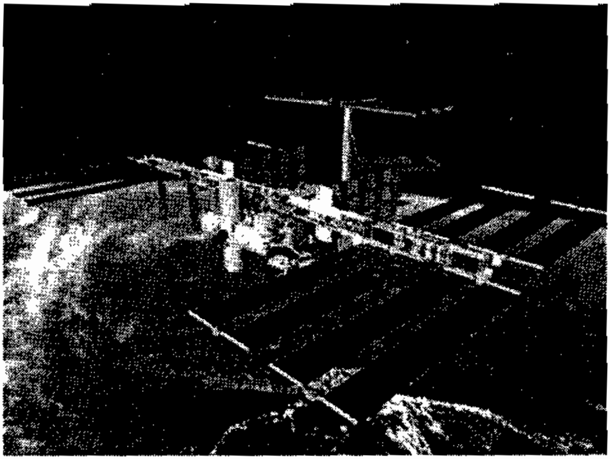
غلاف سميك لحماية المجتمع البشرى هناك من أخطار الأشعة الكونية والنيازك والشهب، وسوف يوجد داخل كل اسطوانة عدة مساحات زراعية واسعة، حيث يمكن للسكان الفضائيين الحياة وإنبات المحاصيل التى تخلو من جميع الآفات والأمرض الفيروسية والبكتيرية، الموجودة على كوكب الأرض.

وسيتم تجميع الطاقة من الشمس، باستخدام الخلايا «الفوتوفلطية» Photovotaic cells، وهى تلك الخلايا الالكترونية التى تتولد فيها قوة دافعة كهربائية عندما تتعرض للأشعة الضوئية كأشعة الشمس.

كما سيتم الحصول على الأكسوجين اللازم لتنفس الرّواد بالمدينة الفضائية، من تلك العناصر الموجودة فى تربة قمرنا.

المحطات الفضائية

يتوقع العلماء أن يكتمل بناء أول محطة فضاء «الحرية» بعد عدة سنوات، وعندئذ سوف يعيش عليها عدد من رواد الفضاء لفترة زمنية كتجربة توطئة للبقاء لمدة أطول.



وقد تم نقل أجزاء محطة الفضاء الدولية «الحرية» إلى المدار المخصص لها، على بعد نحو أربعمائة كيلو متراً من سطح الأرض، بواسطة مكوك فضاء حيث يلقى بما يحمل من

معدات ومواد لتصبح حرة طليقة على هذا البعد الساحق، فمن المعروف أن كل ما فى مكوك الفضاء يتحرك بنفس سرعته، فإذا ما إنفصل شيء عنه استمر يسبح بنفس قوة الاندفاع.

وسوف تتكون المحطة الفضائية «الحرية» من غرف للمعيشة ومختبرات متطورة لإجراء البحوث، حول التأثيرات طويلة المدى للجاذبية الضئيلة على الكائنات الحية.

وتعد هذه البحوث أساساً لتصميم سفن الفضاء المتطورة التى ستجوب أرجاء المجموعة الشمسية وما وراءها. كما ستزودنا المحطة الفضائية «الحرية» بمعايير وأسس التصميم التى ستتبع عند إنشاء قواعد دائمة على القمر والمريخ وغيرهما، وتوفير الإمدادات اللازمة لها.

وتشتمل محطة الفضاء «الحرية» على وسائل وأجهزة للتحكم الحرارى وتكييف الضغط الداخلى، علاوة على أجهزة الاتصالات بمراكز المتابعة فوق كوكب الأرض. وسوف يعمل الغلاف الخارجى لمحطة الفضاء، المصنوع من الألومنيوم وألياف الكربون، كدرع مقاوم للأشعة الكونية والنيازك والشهب.

وسوف يستخدم رواد الفضاء المقيمون بالمحطة، أقماراً صناعية ذات أغراض خاصة تدور فى مداراتها بالقرب من محطة الفضاء «الحرية»، وتفيد هذ الأقمار الدوّارة فى توليد الطاقة الكهربائية وتخزين الوقود الذى يسبب أخطاراً، وكذلك المواد الكيميائية السامة.

وتستخدم هذه «المختبرات الطائرة»، كمنصات ملاحظة ومراقبة خالية من أى مصدر من مصادر التلوث، وإيواء المراصد المتطورة أو تخزينها.

وبمجرد إستكمال إنشاء المحطة الفضائية «الحرية»، وتزويدها بطاقم رووراد الفضاء الدائم، فإن مجموعة من الأقمار الصناعية، سوف تدور كلها بالقرب من المحطة، وسينتقل رواد الفضاء ذهاباً وإياباً بين الأقمار الصناعية والمحطة الفضائية «الحرية» بواسطة مركبات فضائية صغيرة مكيفة الضغط.

الثقوب السوداء الإصطناعية

إن سرعة الأبحاث الفلكية تتزايد باستمرار، ومحاولة الإنسان غزو الفضاء لا تزال تتقدم باطراد فى محاولة للتعرف على هذا الكون الرائع. وقد تحدث كارثة محققة تنهى أولى محاولاتنا للسفر إلى عمق الكون، كأن تختفى سفينة فضاء تماماً داخل أفق حدث، أى حافة ثقب أسود. والثقب الأسود «قبر» سماوى معلق فى الفضاء، يعتبر من أغرب الظواهر الفلكية فى الكون كله. وإذا كانت الثقوب السوداء تبدو ثابتة ساكنة، عندما تكون بعيدة جداً عنا، فإنها سرعان ما تنبذ جمودها عند اقترابنا منها، ونجد أنها تلتهم أى شيء يدنو منها.. حقاً إنها رفات نجوم مكدسة منهارة، ولكنها أصبحت حتى بعد الموت مصيدة رهيبة فى الفضاء!

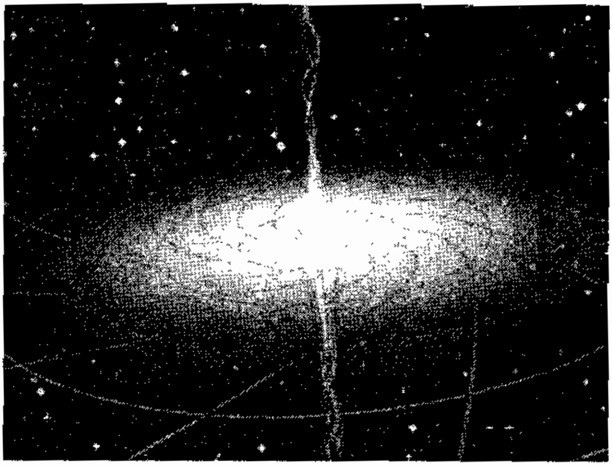
لذا وجب أن نضع هذه «المصائد» الفضائية الخطيرة على خريطة، حتى نتجنبها فى رحلاتنا فى عمق الكون، وهذا لا يعنى مجرد الإنحراف عنها، بل الابتعاد أصلا بمسافات شاسعة عن مكانها، وذلك بسبب جاذبيتها المروّعة.

إشعاع «هوكنج»

بوسع الثقب الأسود بجاذبيته الجبارة - التى تفوق كل تصور - أن يلوى الفضاء ويثنيه من حوله، وكأنما «الفراغ» المحيط به يتكور وينحنى على نفسه. والواقع أنه لا يوجد «فراغ تام» بل يمتلىء بجسيمات تقديرية Virtual Particles تظهر وتختفى بسرعة هائلة، ونحن لا نستطيع أن نتخيل «فراغاً» ملوياً أو فضاء منحنياً، ولكن النظرية النسبية العامة لاينشتين تنبأت به، وثبتت صحته فى بعض الظواهر الكونية، ولكى نستوعب فكرة فضاء فضاء منحن، علينا أن نتصور شعاعاً من ضوء وقد غيّر مساره المستقيم المألوف، حسب قوانين الفيزياء، وانحنى والتوى حول شىء ما.

إن رؤية الثقب الأسود وهو يتكون أمر مستحيل، إلا إذا كان ذا أبعاد فلكية هائلة، وحتى لو كان يبلغ حجمه مثل مجرة منهارة تحتوى على مائة بليون نجم، والتى يمكن أن تختفى فى بضعة أيام لتكوّن ثقبا أسود هائلا، فلن يمكن رؤية الثقب الأسود بالطريقة العادية، بل بواسطة الإشعاعات - مثل أشعة إكس - التى تصدر عن المادة المنهارة إلى داخله فى

شكل دوامة. ويجرنا هذا التساؤل عما إذا كان الثقب الأسود، يمكن أن يترك وراءه أية قرائن تثبت ما كان عليه من قبل؟



الواقع أن الفيزيائى البريطانى المعروف «ستيفن هوكنج» اقترح فى عام ١٩٧٥ ، أنه بمجرد تكوّن الثقب الأسود، فإنه يبدأ فى إشعاع طاقته ومن ثم يفقد كتلته بإصداره «إشعاع هوكنج» Hawking Radiation، إلى أن «يتبخر» الثقب الأسود ويفنى، وعندئذ تذهب مع الثقب الأسود كل المعلومات عن «المادة» التى كانت فى داخله. ولكن هذا يتعارض مع نظرية الكم Quantum Theory التى تفسر سلوك الجسيمات الدقيقة فى الكون، والتى مفادها أن المعلومات الكونية لايمكن أن تفقد كلياً. ومؤخراً تراجع (هوكنج) عن آرائه الأولى وقال إن الثقب الأسود قادر على أن يطلق معلومات عن المادة التى سقطت داخله، وبدراستها نستطيع التعرف على ماضيه ومن ثم التنبؤ بمستقبله. وهكذا ابتعد هوكنج عن أفكاره السابقة التى كانت توحى بأن الثقب الأسود عبارة عن آلة زمن أو ممر لأكوان أخرى!

«التفرد» .. لغز كونى

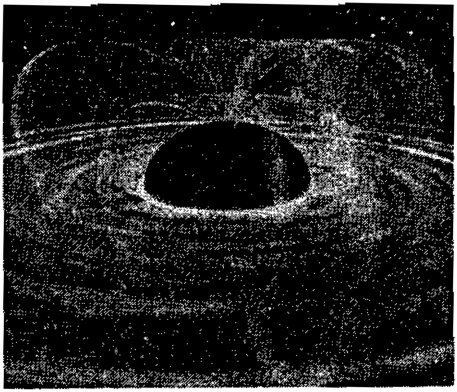
لقد سببّ مركز الثقب الأسود - أو يطلق عليه «التفرد» Singularity - حيرة شديدة لعلماء الفلك والفيزياء لسنوات

طويلة، وهم يعتقدون بأن هذه المنطقة - التى تبلغ فيها الكثافة والجاذبية مقادير مروّعة - تحتوى على أسرار نظرية الكم والنظرية النسبية، وهما النظريتان اللتان تحكمان المظاهر الكونية وأعماق المادة.

ونظرا لأهمية هذا الأمر، حاول العلماء رصد الثقوب السوداء وإشعاع (هوكنج) الذى يؤدى إلى «تبخرها» ولكن واجهتهم مشكلتان: الأولى تتمثل فى البعد الساحق لأى ثقب أسود عن كوكب الأرض، ومن ثم يصعب رصده بدقة، أما المشكلة الثانية فهى أن الثقب الأسود يأخذ زمناً طويلاً جداً - بلايين السنين - حتى يتبخر!

واقترح بعض العلماء أن تتم دراسة سلوك ثقوب سوداء دقيقة تنتج فى المختبر، لتكون قريبة من أجهزة الرصد بالإضافة إلى عدم استغراقها لكل هذا الزمن لكى تتكون وتفنى. وهكذا جاءات فكرة إنتاج «ثقوب سوداء اصطناعية» Artificial black Holes. وتنبع هذه الفكرة من أنه لتكوين ثقب أسود، فإنك لا تحتاج إلى كمية هائلة من المادة، بل تكفى أى كمية من المادة، ولكن يشترط أن «تضغطها» فى حيز ضيق مناسب.

فلو أردنا أن يصبح كوكب الأرض - بفرض مستحيل - ثقباً أسود، فإنه يجب أن يضغط في حجم كرة دقيقة جداً أصغر بكثير من كرة تنس الطاولة!



ولكن التكنولوجيات التى تسود فى الوقت الحاضر، لا تمكنا من ضغط كمية من المادة فى حيز بالغ الضآلة، لتكوين ثقب أسود. ولهذا لجأ العلماء إلى النظرية النسبية لأينشتين، التى أوضح فيها أن الكتلة والطاقة وجهان لعملة واحدة. وهكذا فكر العلماء فى «انتاج» ثقب أسود دقيق بدفع كمية من الطاقة فى حيز ضئيل للغاية والمكان الوحيد الذى يمكن فيه إجراء مثل هذه التجارب معجلات الجسيمات Particle Accelerators .

ثقوب سوداء.. في المختبر

معجلات الجسيمات هى تلك الأجهزة التى تستخدم لتحطيم الذرات ومن ثم دراسة مكوناتها من الجسيمات دون الذرية، وكان أحد أهم إنجازاتها اكتشاف «الكواركات» quarks، التى يعتقد بأنها اللبنات الأساسية للمادة، ولكنها ربما كانت تتكون أيضا من جسيمات أدق منها، من يدرى؟!

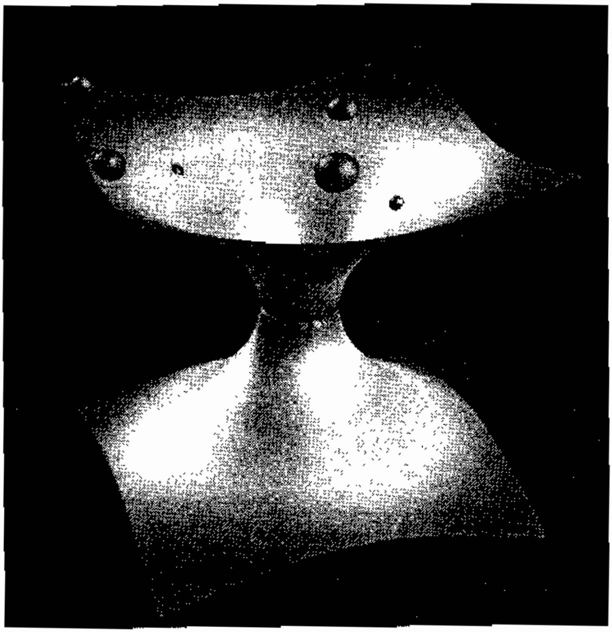
وركز العلماء اهتمامهم على استخدام الجهاز الضخم «مصادم الهدرونات» Large Hadron Collider (LHC) الموجود بالمركز الأوروبى للأبحاث النووية .

«الهدرونات» هى مجموعة من الجسيمات شديدة التفاعل مع الجسيمات الأخرى، وتشمل الميزونات Mesons، وذلك لإنتاج الثقوب السوداء الاصطناعية الدقيقة، بمعدل يبلغ ثقبا أسود واحدا فى الثانية!

وسوف يستخدم «مصادم الهدرونات» فى قذف البروتونات والبروتونات المضادة Antiprotons ، لتصطدم ببعضها البعض، بقوة جبارة مما يحدث حرارة مروّعة وطاقة هائلة، مثل تلك التى نشأت بعد الإنفجار الأعظم Big Bang مباشرة.

وتكون تلك الحرارة والطاقة كافيتين لإنتاج عدد كبير من الثقوب السوداء الدقيقة، كل منها له كتلة تساوى عدة مئات من البروتونات. ووزن البروتون ضئيل للغاية يقاس بوحدة يطلق عليها «يوكتو» yocto واختصارا (y) وتساوى $١٠^{-٢٤}$ أى ٢٣ صفراً قبل العلامة العشرية، ووزن البروتون يساوى ١,٦٧ يوكتو من الجرام. وثقوب سوداء بهذا الحجم سوف «تتبخر» على الفور، ولكن سوف تكون هناك أجزاء بسيطة من الثانية، تمكن العلماء من رصد إشعاع (هوكنج) والتأكد من وجوده.

ولكن ما مدى أهمية إشعاع (هوكنج) لعلماء الفيزياء؟ يمكن برصد هذا الإشعاع التأكد على ما إذا كان يحتوى على أى معلومات عن الجسيمات التى كونت الثقب الأسود فى الأصل، أو تلك التى سقطت داخله وما الذى حدث لها؟ إذ أن هذه الجسيمات لها كتلة وشحنة وبرم spin، لم يمحها الثقب الأسود، كما أن تحديد الطريقة التى «تموت» بها الثقوب السوداء، ربما تعطينا فكرة عن الأبعاد الأخرى فى الكون، غير الأبعاد الأربعة المعروفة: الطول والعرض والارتفاع والزمن، وذلك توطئة للتأكد من صحة نظرية «الأوتار الفائقة» Superstring Theory التى تنص على وجود عدد كبير من الأبعاد، ولكنها لم تتبدد مع الأربعة المعرفة لنا، بل ظلت «مطوية» ومن ثم غير مرئية. وربما كانت هذه الأبعاد المتعددة، تلتف حول مركز الثقب الأسود «التفرد»، والواقع أنها قد تفسر لنا لغز هذه المنطقة بالغة الغموض. ولكن أليست هناك خطورة من إنتاج الثقوب السوداء الاصطناعية فى المختبر؟ لقد حذر البعض من خطورة أن يهرب أحد هذه الثقوب السوداء، ويأخذ فى ممارسة «هوايته» فى التهام المادة إلى أن يبتلع مدناً بأكلمها!



إن الأمر ليس بهذه الخطورة، إذ إن الثقوب السوداء الاصطناعية المنتجة بواسطة «مصادم الهدرونات» فى CERN، سوف تكون بالغة الضآلة، ومن ثم لا تستطيع «ابتلاع» أى شيء كما أن حياة الثقب الأسود لا تستمر سوء جزء بالغ الصغر من الثانية، ولهذا لن يتوفر له الوقت الكافى لإلتهام أى مادة، حتى لو كانت شهيته مفتوحة! والواقع أنه إذا كان «مصادم الهدرونات» يستطيع إنتاج ثقوب سوداء دقيقة، فإن الأشعة الكونية Cosmic Rays وهى عبارة عن جسيمات ذات طاقة عالية ومنها البروتونات والالكترونات - يمكنها أيضا إنتاج ثقوب سوداء دقيقة، أثناء اصطدامها المستمر بغلافنا الجوى، ولعل هناك عدداً من الثقوب السوداء تولد وتموت عالياً فى الجو فوق رءوسنا، فى نفس الوقت الذى تقرأ فيه سطور هذا المقال!

الاتفاق الكونية.. والسفر الأسرع من الضوء!

امتداداً لنظرية الثقوب السوداء - خاصة الدوّارة منها - وضع بعض علماء الفلك تصورات نظرية ونماذج رياضية لتفسير عدد من الظواهر الكونية الغامضة. ومن أحدث آراء علماء الفلك فى هذا الصدد، أن هناك تدفقات كونية تأتى إلى كوننا المرئى من كون آخر مجهول لا يعرفون عنه شيئاً، بل هو سر من الأسرار!

فالمادة التى تختفى فى داخل ثقب أسود دوّار تنتقل إلى كون آخر، عن طريق «نفق كونى» Wormhole وتنبثق هناك فى شكل متدفق كونى يطلق عليه «الثقب الأبيض» White Hole .

والثقب الأبيض هو عكس الثقب الأسود، فبينما تختفى المادة وتفقد كل خصائصها داخل مركز الثقب الأسود أو التفرد Singularity ، فإنها تتدفق خلال النفق الكونى لتنبثق مرة أخرى - بشكل مختلف - فى الكون الآخر كثقب أبيض، وربما يفسر هذا تلك الطاقة المروعة التى تنطلق من الكوازرات (أشباه النجوم).

مسار .. فى الزمكان

ونتعرض هنا إلى أحدث تطور علمى فى نظرية الأنفاق الكونية فقد اكتشف العلماء أن الجاذبية ذاتها، يمكن أن تولد مناطق من الطاقة السالبة Negative Energy. ويمكننا أن نتصور - داخل تلك المناطق - أن الأنفاق الكونية المستقرة قد تكونت طبيعيا خاصة فى بدايات الانفجار الأعظم.

والنفق الكونى عبارة عن مسار مختصر فى زمكان Space Time منحن، وتشبه هندسته شكل مقبض قدح الشاى. ويسمح ذلك أساسا بالحركة من نقطة فى الزمكان إلى نقطة أخرى فيه، بدون الاضطرار إلى عبور الفاصل الزمكانى بينهما. ويعد ذلك أساساً فيزيائيا لفكرتين تقليديتين فى قصص الخيال العلمى، هما السفر بسرعة أعلى من سرعة الضوء والسفر فى الزمن إلى الماضى والمستقبل. لكن مثل تلك الأنفاق الكونية تحتاج فى تكوينها وتشغيلها إلى حضارة تقنية، أكثر تقدما من حضارتنا الحالية. وربما يحدث هذا فى المستقبل، من خلال التطوير الجديد المشار إليه، إذ أن هناك آلية معقولة لإنشاء أنفاق كونية مستقرة بطبيعتها فى فضاء خال من المجالات، وأنها

تنغلق بقوة وبسرعة فائقة لدرجة أن المرء لا يمكنه أن يمرر منها حتى فوتون ضوء واحد (وحدة كم ضوئى).

والاكتشاف الحديث فى هذا المجال، أنه من الممكن جعل النفق الكونى مستقرا، عن طريق انشاء منطقة من الطاقة السالبة فى عنق النفق الكونى، وهو المكان الذى يحدث فيه أكبر انحناء زمكانى. واقترح العلماء انشاء منطقة الطاقة السالبة المطلوبة باستخدام «مكثف على التوالى» Parallel Capacitor يتم صنعه من كرتين فائقتى الموصلية الكهربائية تحملان شحنات كهربائية شديدة، وتفصلهما عن بعضهما ثغرة بالغة الصغر.

وهنا يمكن الاستفادة من «تأثير كازيمير» Casimir Effect، أى قوة التجاذب الصغيرة التى تعمل بين لوحين متلاصقين ومتصلين على التوازى، وهما غير مشحونين ولكنهما موصلين للكهرباء. ويرجع حدوث تأثير «كازيمير» إلى تقلبات الفراغ الكمى Quantum Vacuum Fluctuations للمجال الكهرمغنطيسى. ويتم استخدام تأثير «كازيمير» «لانشاء منطقة من الطاقة السالبة، بواسطة إخماد التقلبات

الكهرمغنطيسية للفـراغ، ثم خفض طاقة الفراغ إلى قيمة أقل من الصفر.!

وفى المخطط الذى طرحه مجموعة من العلماء فإن الحضارة المستقبلية المتقدمة – وهى حضارة يمكنها تحويل كل الشموس إلى طاقة مكافئة لكتلتها، لاستخدامها فى مشروعات الهندسة المدنية – تستطيع أن تستخلص من «رغوة» الكم Quantum Foam واحدا من الأنفاق الكونية المتعددة التى تظهر وتختفى من الوجود بأبعاد متناهية فى الصغر.

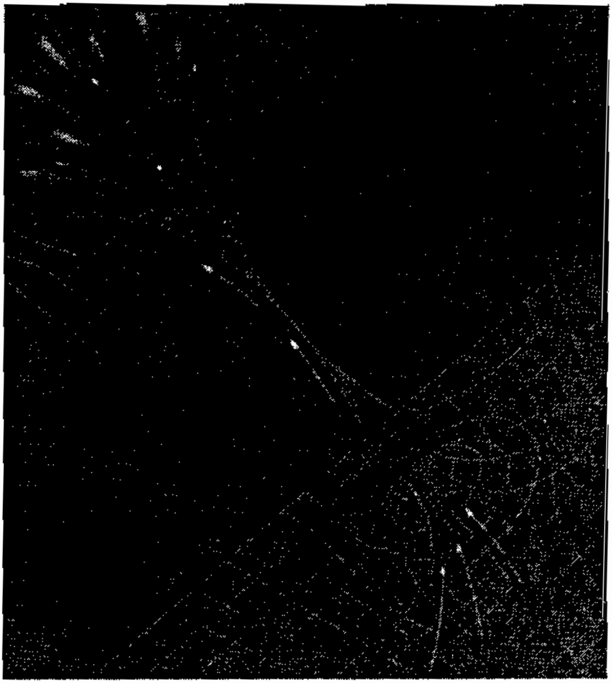
ويتم بعد ذلك، تضخيم النفق الكونى المختار إلى أبعاد كبيرة مرئية بالعين المجردة، وذلك بإضافة طاقة إليه، ولجعل هذا النفق الكونى مستقرا توضع الكرتين المشحونتين فائقتى الموصلية الكهربائية فى مداخل النفق الكونى، كما سبق الإشارة ثم يمكن نقل تلك المداخل إلى مناطق متباعدة جدا عن بعضها البعض فى الفضاء، وذلك للقيام بعمليات الاتصالات والسفر الأسرع من الضوء.



وأوضح العلماء أنه لو تمت زيادة سرعة أحد مداخل النفق الكونى إلى ما يقارب سرعة الضوء، وتم الحفاظ على تلك السرعة لمدة عام كامل، ثم يبدأ خفض سرعته حتى يعود مرة أخرى إلى مختبر التجارب، بجوار المدخل التوءم له - الذى مازال موجودا بالمختبر - فإن هذين المدخلين سوف يشكلان آلة الزمن، التى يمكن استخدامها للاتصالات فى اتجاهين متضادين ، بحيث يمكن الانتقال بواسطتها سنة واحدة فى المستقبل أو سنة واحدة فى الماضى!

مشاكل.. كونية

ولقد اهتم العلماء بتفاصيل بعض الخصائص المدهشة للانفاق الكونية عند استخدامها فى السفر بسرعات تزيد على سرعة الضوء. ومن خلال بعض المخططات العلمية يمكن دمج السفر خلال الزمن، والسفر عبر الفضاء الكونى فى كيان واحد، للحصول على زمن انتظار يقترب من الصفر، قبل إرسال نفق كونى «منمنم» فائق السرعة إلى نظام نجمى مختار، ثم تكبيره بحيث يمكن للأجسام المادية أن تدخل فيه، ومن ثم يستخدم للسفر بسرعات تزيد على سرعة الضوء.



بيد أن الانفاق الكونية لها مشاكلها، فالمخطط العلمى رغم أنه عظيم القيمة فى توطيد طريقة مبدئية لجعل الأنفاق الكونية مستقرة – إلا أنه من الصعب جدا تنفيذه عمليا، حتى لو سادت تلك الحضارة المستقبلية المتقدمة. ويرجع هذا إلى أن الكرتين المشحونتين فائقتى الموصلية الكهربائية، يجب تعليقهما بحيث يكون الفاصل بينهما دقيقاً جدا، وبدون أى ركائز خارجية لحملهما أو وضعهما فى وضع محدد بدقة فائقة، بحيث يحدث توازن دقيق للغاية بين قوة الجاذبية و«تأثير كازيمير» اللتين تجذبهما إلى بعضهما بعضا من جهة أخرى! كما أن الشحنات الكهربائية اللازمة للكرتين كبيرة جدا، بحيث ربما تحدث تفريغات كهربائية عنيفة للأجسام المجاورة للمسافر بسرعة تزيد عن سرعة الضوء!

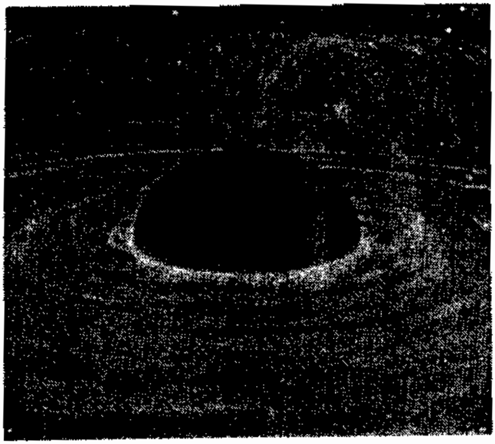
وأيضا باعتبار أن الانفاق الكونية وسيلة للسفر عبر الزمن أو السفر بسرعات تزيد على سرعة الضوء، فإنها تواجه بعض العقبات التى ربما تقف فى طريق تنفيذ المخطط العلمى، منها:

* يجب أن يتم انشاء الانفاق الكونية بمعرفة حضارة مستقبلية تكون قدراتها التقنية تزيد على قدراتنا.

* لا يمكن استخدام النفق الكونى فى السفر بسرعات أكبر من سرعة الضوء إلى بعض النظم النجمية المختارة فى الكون، إلا بعد إرسال مداخله إلى هناك أولا بسرعة أقل من سرعة الضوء.

* لا يمكن استخدام الانفاق الكونية فى السفر عبر الزمن إلى زمن سابق على إنشاء النفق الكونى.

ويعكف العلماء فى الوقت الحاضر على وضع حلول مستقبلية لكل هذه المشاكل الكونية.



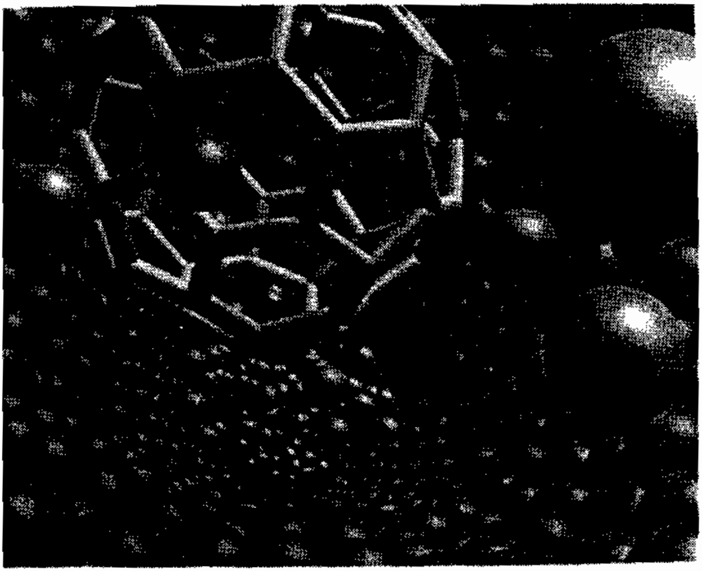
التكنولوجيا النونوية

شهد القرن العشرون ثورات مذهلة في التكنولوجيا، بسبب قدرات العلم الهائلة، وعلى الرغم من أن بعض العلماء تنبأ بنهاية العلم، بعد أن عرف الإنسان كل ما يمكن معرفته، فلا تبدو هناك أى مؤشرات توحي بذلك. إن آفاق العلم مازالت واعدة ومُلغزة مثلما كانت في أى وقت مضى. وفي الوقت الذى نفهم فيه المزيد من تفاصيل الطبيعة من حولنا، فإننا نكتشف المزيد من الألغاز المطلوب حلها.

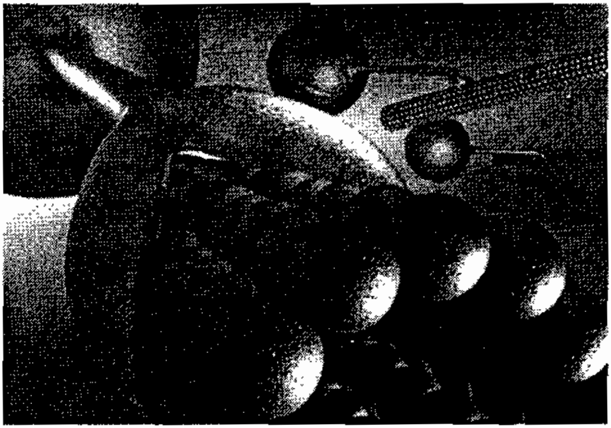
وفي الوقت الحاضر نجد أن أعظم التطورات في العلم، تتحقق بتسخير الطبيعة حتى أصغر الأبعاد الممكنة، ولذلك فلا غرابة في أن الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا والعلوم الأخرى، بدأت تحيل الأحلام العجيبة التنبؤية لقصص الخيال العلمي إلى حقائق، من خلال النفاذ إلى أدق أبعاد المادة التي لا تستطيع عين الإنسان رؤيتها.

الخيال العلمى .. يتحقق

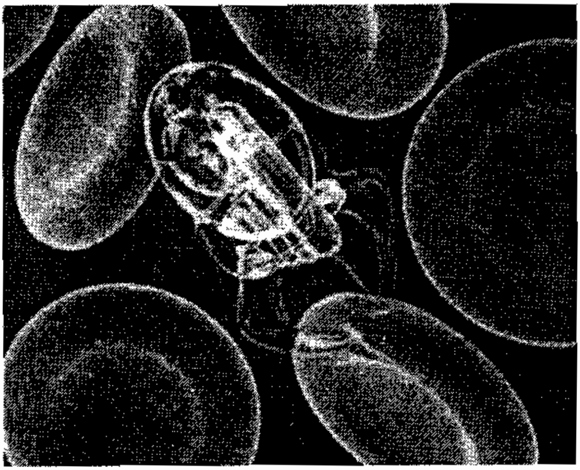
يزعم مؤيدو التكنولوجيا النانوية Nanotechnology، أنه سوف يجىء يوم يمكن فيه صنع أى شىء تقريباً بسعر رخيص. ومن خلال تطوير روبوتات نانوية Nano robots ذاتية



الاستنساخ Self Replicating، قادرة على وضع ذرات المادة الواحدة تلو الأخرى، بدقة فى أماكن معينة طبقاً لبرنامج محدد. كما يمكنها تفكيك المركبات الكيميائية الموجودة فى البيئة التى حولنا إلى عناصر الأولية، ثم إعادة تركيبها ذرة بعد أخرى إلى أى شىء يمكن أن تتصوره!



إن أول مهمة تنفذها الروبوتات، هى صنع نسخ مطابقة لها، ثم تصنع كل نسخة نسخاً من نفسها، حتى يتكوّن ملايين الروبوتات السابحة فى محاليل العناصر الكيميائية. بعد ذلك تبدأ الروبوتات فى جمع الذرات من المحلول المجاور، وتجميعها بالترتيب أو الشكل المطلوب.



وربما يبدو ذلك مثل أحداث قصص الخيال العلمى، إلا أن التكنولوجيات اللازمة لتنفيذ ذلك يجرى تطويرها بالفعل. فالآن يتم الإنتاج التجارى لآلات أصغر من شعرة الإنسان. وبدأت الأحجام والأبعاد تتناقص بسرعة باتجاه النانو، وهو جزء من بليون «ألف مليون» جزء من المتر. وتم بالفعل إنتاج كاشفات Detectors ومحركات وصمامات وتوربينات وليزرات ومرايا نانوية.

بعض مزايا المنتجات النانوية، هو أنها تشغل حيزاً أقل وتحتاج إلى مادة وطاقة أقل، كما أنها سوف تكون أكثر متانة وموثوقية Reliability. وتعيش لمدة أطول. وفى ظل توفر تكنولوجيات إنتاجية مماثلة للرقائق الإلكترونية للكمبيوترات Computers Microchips، سوف يتيسر إنتاج الآلات والأجهزة النانوية بالجملة وبسعر رخيص نسبياً.

السليكون.. المادة العجيبة

ومنذ عدة سنوات أعلن العلماء عن صنع محرك دقيق من مادة السليكون Silicon، وهو أول أداة دقيقة تعمل بالكهرباء،

وتتضمن أجزاء دوّارة أصغر من عرض شعرة الإنسان، الذى يبلغ حوالى ٠,٥ ملليمتر، وكانت هذه الأجزاء فى حجم كرات الدم الحمراء!



وعندما استخدام الباحثون الكهرباء، بدأ المحرك الدقيق يدور بسرعة، ورغم أن الحركة كانت غير منتظمة، وأنه توقف بعد

فترة، إلا أن التجربة أثبتت، أن تصور المهندسين للآلات والأجهزة النانوية، يمكن أن يصبح حقيقة واقعة.

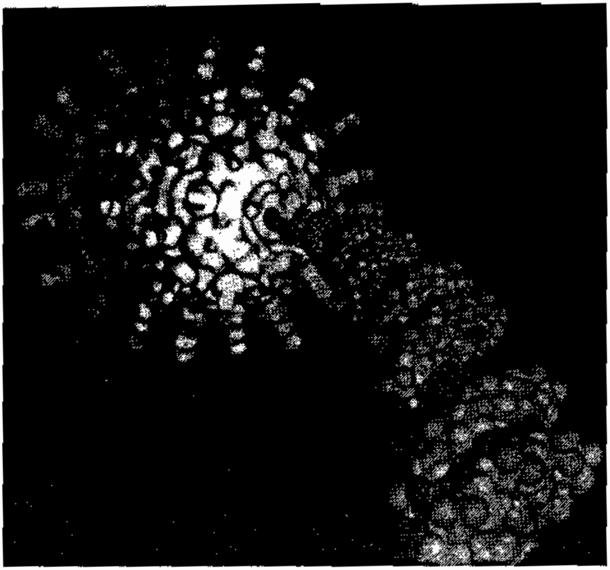
ويمكن استخدام هذه المحركات النانوية، لتناول الأجسام البالغة الدقة مثل الخلايا الفردية تحت المجهر. كما يحاول الباحثون فى المجال الطبى، التوصل إلى تصميم بنكرياس صناعى نانوى لعلاج مرضى السكر، يقوم بضخ مقادير ضئيلة من «الأنسولين» اللازم لعلاجهم حسب الجرعة المطلوبة، فى مجرى الدم.

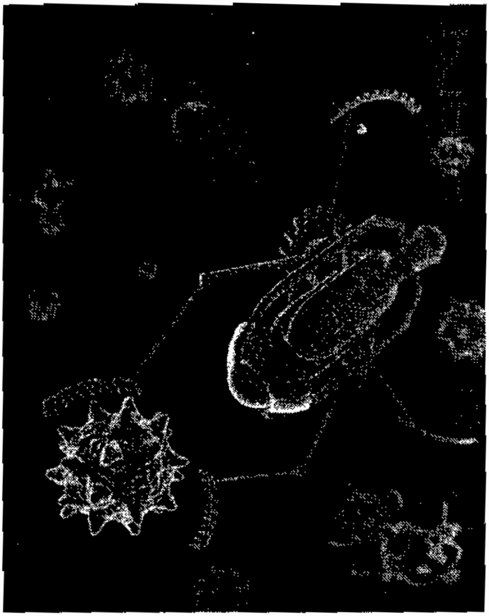
وهنا قد نتساءل: لماذا تصنع الأجزاء النانوية من مادة السليكون بالتحديد؟ الواقع أن السليكون شبه موصل ممتاز، أى مادة توصل الحرارة أفضل مما تفعله مواد كثيرة أخرى.

كما أن السليكون فى هذا الحجم البالغ الضآلة، أقوى من الصلب، وهكذا يصبح المادة المثالية للأجهزة النانوية. ورغم أنه يبدو أن السليكون سوف يظل المادة الهندسية النانوية الأساسية لعدة سنوات قادمة، فإن معادن أخرى – مثل النيكل – بدأت تبشر بالخير فى صناعة الأجزاء النانوية لبعض الأجهزة، ومن أهم هذه الأجهزة ... الروبوتات النانوية.

يحقن الجراح محلولاً داكناً فى وريد المريض، هذا المحلول يحتوى على آلاف من «الروبوتات»، كل واحد منها مزود بمحرك نانوى دقيق لدفعها خلال مجرى الدم، وبمشارط جراحية بالغ الضآلة وبمجسات كهربائية دقيقة جداً، لتحديد الجلطات التى تهدد حياة المريض. وفى غضون نصف ساعة انتشرت قوافل الروبوتات النانوية فى جميع الأوعية الدموية للمريض، حتى وصلت إلى قلبه وحددت أماكن المتاعب، ثم بدأت من إزالة الكتل المترسبة على جدران الشرايين.

ويمكن للروبوتات النانوية، استخدام أدوات الحفر الدوّارة أو توجيه أشعة الليزر عليها، ومن ثم إنقاذ حياة المريض. لم تستعمل – حتى الوقت الحاضر – هذه الروبوتات النانوية على نطاق واسع، ولكن تظل مثل هذه الأساليب العلاجية الطبية المتطورة، فى قائمة الآمال التكنولوجية فى القرن الحادى والعشرين. ولكن العلماء والمهندسين فى الولايات المتحدة وأوروبا واليابان، صنعوا بالفعل تشكيلة متعددة من الأدوات الدوّارة والتروس والأجزاء الميكانيكية الأخرى التى فى حجم





ذرة الغبار، ومثل هذه الأجهزة المصنوعة من السليكون أو المواد الأخرى، قد يتم تجميعها يوماً ما، فى روبوتات وآلات وأجهزة نانوية عديدة مصممة لأداء مهام خاصة.

وبجانب استخدام الروبوتات النانوية فى الأغراض الطبية،

يمكنها أن تزيل أى من المواد الكيميائية السامة الكثيرة من مياه الصرف، ومن ثم تسهم هذه الروبوتات فى تنظيم البيئة من التلوث. كما يمكن الروبوتات النانوية التى تعمل بالطاقة الشمسية، أن تعكس عملية تزايد غاز ثانى أكسيد الكربون - الذى تسبب فى زيادة سخونة الأرض «تأثير الدفينة» - بأن تحوّل جميع كميات غاز ثانى أكسيد الكربون الزائدة فى الجو، إلى كربون واكسوجين مرة أخرى.

كذلك تستخدم الروبوتات النانوية فى الإصلاحات، التى تتراوح ما بين إصلاح أضرار التآكل وترميم الشقوق الصغيرة فى أجزاء المحركات، كما تستطيع شقّ الأنفاق فى الأرض والصخور وتركيب الأنابيب ووضع قضبان السكك الحديدية، والزحف داخل تجهيزات المفاعلات النووية والأماكن الخطيرة الأخرى، للبحث عن أى عيوب إنشائية مهما كانت ضئيلة.

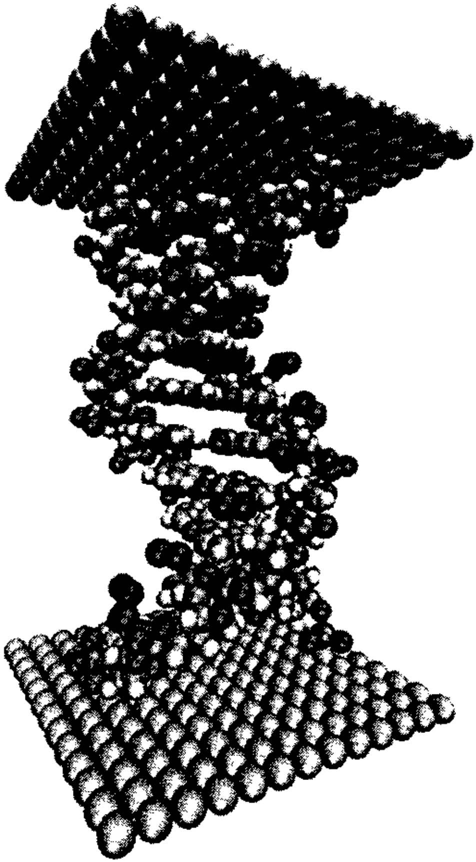
والمرجح أن الروبوتات المجهرية سوف تُستخدم لمراقبة ضغط محرك السيارات المستقبلية وتوصيل المعلومات إلى الكمبيوترات الدقيقة، لتساعد فى التحكم فى احتراق وقود السيارات وانطلاق غازات العادم التى تلوث البيئة. وكذلك تقوم الروبوتات النانوية

بقياس كل شيء، من درجات الحرارة إلى تدفقات الهواء إلى الحركة الميكانيكية.

كذلك يفكر الباحثون فى إمكان التوصّل إلى تصنيع روبوتات استكشافية نانوية، يمكن تكديسها داخل سفينة فضاء تُطلق إلى كوكب آخر، حيث تقوم هذه الروبوتات بالتجول على سطحه لتجميع وتحليل عينات التربة والغازات، توطئة لإرسال سفن مأهولة إلى هذه الكواكب.

كما من المتوقع أن تصبح الروبوتات النانوية، قادرة على استخدام الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة كهربائية، ومن ثم يمكن توفير الوقود الرخيص للسفن الفضائية، مما يجعل فى النهاية السفر فى الفضاء أقل تكلفة من السفر الحالى بالطائرات!

أيها السادة مرحباً بكم فى عالم المستقبل.. عالم التصغير الفائق.. النانو..



رقم الإيداع: ٢٠٠٧/٢٤٩٥

مطابع الدار الهندسية / القاهرة

تليفاكس: ٥٤٠٢٥٩٨   محمول: ٠١٢٢٢٣٤٩٠١١